

Guía de Buenas Prácticas en Simbiosis Industrial para Polígonos Industriales

cecale

NOS
IMPULSA


**Junta de
Castilla y León**

Dirigido por

cecale

Financiado por

NOS
IMPULSA



Asistencia Técnica

ITCL

Estudio realizado en el marco de las actuaciones realizadas por CECALÉ en el contexto del «Acuerdo para promover una transición justa frente al cambio climático en 2018-2020», adoptado en el marco del Diálogo Social de Castilla y León

ÍNDICE GENERAL

1	CONTEXTO Y ÁMBITO DEL ESTUDIO	7
1.1	INTRODUCCIÓN	7
1.1.1	<i>Acuerdo para promover una transición justa frente al cambio climático</i>	7
1.1.2	<i>Encaje de esta Guía con el Acuerdo</i>	8
1.2	CONTEXTO DE LA GUÍA	9
1.2.1	<i>Alcance de la Guía</i>	9
1.2.2	<i>Polígonos Industriales</i>	11
1.2.2.1	Polígonos Industriales, economía circular y simbiosis industrial	11
1.2.2.2	Polígonos Industriales en Castilla y León	12
2	SIMBIOSIS INDUSTRIAL (SI)	14
2.1	INTRODUCCIÓN A LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL	14
2.2	DEFINICIÓN DE SI	15
2.3	ECONOMÍA CIRCULAR Y SIMBIOSIS INDUSTRIAL	16
2.4	TIPOS DE SI	17
2.5	CARACTERÍSTICAS DE LA SI	19
3	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EN LA UE RESPECTO A LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL	23
3.1	MARCO LEGISLATIVO EN LA UE	23
3.2	EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN SOBRE SI EN LA UE	26
3.2.1	<i>The Green Deal</i>	26
3.2.2	<i>Documento COM (2020) 98 final</i>	27
3.3	MARCO NORMATIVO EN LA UE	30
3.4	EJEMPLO DE NORMA RELATIVA A LA SI: CWA 17354: 2018	33
4	LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EUROPA	34
4.1	ANÁLISIS DE LA SI EN EUROPA	35
4.1.1	<i>Por tipología de Redes</i>	35
4.1.1.1	Redes autoorganizadas	35
4.1.1.2	Redes facilitadas	36
4.1.1.3	Redes planificadas	37
4.1.2	<i>Distribución geográfica y alcance</i>	37
4.1.3	<i>Tipos de flujos de residuos y distancia</i>	39
4.2	CASOS RELEVANTES DE BUENAS PRÁCTICAS EUROPEAS DE SI EN POLÍGONOS O PARQUES INDUSTRIALES (NIVEL MESO) Y A NIVEL MACRO	40
4.2.1	<i>KALUNDBORG SYMBIOSIS, Dinamarca</i>	40
4.2.2	<i>KUJALA WASTE CENTRE EN LATHI, Finlandia</i>	42
4.2.3	<i>NORRKÖPING INDUSTRIAL SYMBIOSIS NETWORK, Suecia</i>	44
4.2.4	<i>NISP e INTERNATIONAL SYNERGIES. Reino Unido</i>	45
4.3	CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE SI EN PORTUGAL	47

4.4	OTROS CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS EUROPEAS DE SI EN POLÍGONOS Y PARQUES INDUSTRIALES (NIVEL MESO).....	50
4.4.1	<i>Casos de Buenas Prácticas</i>	50
4.4.2	<i>Tabla resumida de casos de Buenas Prácticas</i>	60
4.5	REDES Y PROYECTOS EUROPEOS SOBRE SIMBIOSIS INDUSTRIAL.....	62
4.5.1	<i>Redes europeas de Si</i>	62
4.5.2	<i>Proyectos Europeos de Si</i>	65
4.5.3	<i>Herramientas para compartir conocimiento sobre Si</i>	75
5	LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN ESPAÑA	78
5.1	ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR DE ESPAÑA 2020-2030.....	78
5.2	PROYECTOS Y EXPERIENCIAS DE SI MÁS DESTACADOS, DESARROLLADOS EN ESPAÑA.....	80
5.2.1	<i>Proyecto: “MANRESA EN SIMBIOSIS”</i>	82
5.2.2	<i>Proyecto: “Simbiosis industrial: revalorización de los recursos sobrantes”</i>	87
5.2.3	<i>Proyecto: “RETOPROSOST-2-CM”</i>	91
5.2.4	<i>Proyecto “SYMBINET-ECO”</i>	97
5.2.5	<i>Proyecto “FISSAC”</i>	98
5.2.6	<i>Proyecto “INSYLAY”</i>	100
5.2.7	<i>Proyecto “SAREA”</i>	103
5.2.8	<i>Proyecto “BIALAC”: bioplásticos de suero láctico</i>	104
5.2.9	<i>Proyecto “PAPERCHAIN”: Uso de Cenizas de Desechos de papel</i>	105
6	LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CASTILLA Y LEÓN	108
6.1	ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR DE CASTILLA Y LEÓN 2020-2030.....	108
6.2	RESIDUOS INDUSTRIALES EN CASTILLA Y LEÓN.....	113
6.2.1	<i>Residuos Industriales No Peligrosos (RInoP)</i>	113
6.2.2	<i>Residuos Industriales Peligrosos</i>	118
6.2.3	<i>Programa de gestión de residuos</i>	123
6.3	ESTUDIOS Y PROYECTOS SOBRE SI EN CASTILLA Y LEÓN.....	125
6.3.1	<i>Simbiosis Industrial en el sector automoción en Castilla y León</i>	126
6.3.2	<i>Proyectos de CyL relacionados con la Si</i>	127
6.4	CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE SI EN CASTILLA Y LEÓN.....	132
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
7.1	CONCLUSIONES.....	137
7.1.1	ACTIVADORES, FACILITADORES Y BARRERAS PARA LA SI EN POLÍGONOS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN	137
7.1.1.1	Activadores.....	137
7.1.1.2	Facilitadores.....	140
7.1.1.3	Barreras.....	144
7.1.2	CONCLUSIONES GLOBALES	148
7.2	RECOMENDACIONES.....	149
7.2.1	<i>Implementación de acciones para mitigar riesgos</i>	150
7.2.2	<i>Estrategias para la implementación de proyectos de Si a nivel de empresa</i>	151

7.2.3	<i>Ejemplos de sinergias potenciales para incrementar el intercambio de recursos en Polígonos Industriales de Castilla y León.....</i>	<i>153</i>
7.2.4	<i>Modelo de evaluación de proyectos de Simbiosis Industrial en Polígonos Industriales.</i>	<i>155</i>
7.2.5	<i>Recomendaciones globales.....</i>	<i>156</i>
8	BIBLIOGRAFÍA.	158
9	ANEXOS.	160
9.1	ANEXO 1: POLÍGONOS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN.....	161
9.2	ANEXO 2: POLÍTICAS DE LA UE RELACIONADAS CON LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL.	170
9.3	ANEXO 3: NORMATIVA DE LA UE LIGADA LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL.	176
9.4	ANEXO 4: MAPA DE LOS RESULTADOS DE LAS REDES DE SI EN EUROPA.	179
9.5	ANEXO 5: PROYECTOS DE SI EN CYL.	187
9.6	ANEXO 6: CASOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE SI EN EMPRESAS DE CYL.....	191
9.7	ANEXO 7: SINERGIAS POTENCIALES PARA INCREMENTAR EL INTERCAMBIO DE RECURSOS EN POLÍGONOS INDUSTRIALES DE CYL.	196
9.8	ANEXO 8: TABLA-RESUMEN DE LA ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE MERCADO POR SECTOR, EN LA UE... ..	208
9.9	ANEXO 9: AGENTES DE CASTILLA Y LEÓN Y SUS CAPACIDADES.	213

1 CONTEXTO Y ÁMBITO DEL ESTUDIO

1.1 Introducción.

1.1.1 Acuerdo para promover una transición justa frente al cambio climático.

El 15 de febrero de 2018 se firma el "**Acuerdo del Consejo del Diálogo Social de Castilla y León para promover una transición justa frente al cambio climático en 2018-2020**", suscrito por la Junta de Castilla y León, la Unión Regional de la Unión General de Trabajadores de Castilla y León (U.G.T.), la Unión Sindical de Comisiones Obreras de Castilla y León (CC.OO.) y la Confederación de Organizaciones Empresariales de Castilla y León (CECALE).

El objetivo general de este acuerdo es el de acelerar la modernización de los centros de trabajo adaptándonos a las exigencias y demandas tanto políticas como sociales en materia medioambiental y generar empleos verdes y de calidad, en un modelo de economía circular, baja en carbono. De este modo, garantizaremos la continuidad de nuestras empresas y la estabilidad del empleo, en un modelo de sostenibilidad ambiental.

Esto requiere una actuación conjunta sobre distintos focos: centros de trabajo, trabajadores y trabajadoras, Administraciones y sociedad civil; con objetivos diferentes en función de las responsabilidades y capacidad de acción de cada cual. Instrumentos de apoyo financiero a la empresa.

Los objetivos específicos de este acuerdo son los siguientes:

- Colaboración de los agentes económicos y sociales con la Consejería de Fomento y Medio Ambiente para el desarrollo de actuaciones coordinadas de mejora ambiental en el ámbito laboral.
- Corresponsabilización de agentes económicos, científico-tecnológicos y sociales en la lucha contra el cambio climático.
- Facilitar la transición justa de las personas trabajadoras y sectores afectados por el cambio climático y el proceso de transición energética, mediante el apoyo al desarrollo de sectores alternativos sostenibles y bajos en carbono.
- Acelerar la conversión hacia un modelo económico circular en la Comunidad de Castilla y León, basado en las energías renovables, eficiente en el uso de recursos naturales y que reduzca al mínimo la generación de residuos.
- Crear y extender la cultura de la sostenibilidad ambiental en todos los sectores de la sociedad de la Comunidad de Castilla y León.
- Mejorar la cualificación de las personas trabajadoras para la adaptación a los nuevos modelos de economía circular, baja en carbono.
- Favorecer la implantación de sistemas de gestión ambiental en la empresa, así como la participación e implicación de las personas trabajadoras en dichos procesos de mejora ambiental continua.
- Aprovechar los instrumentos de participación de las personas trabajadoras para implicarlas en los cambios de modelos productivos.

Para lograr el cumplimiento de estos objetivos específicos, el acuerdo establece cuatro líneas estratégicas:

1. Conseguir centros de trabajo sostenibles.
2. Investigar y promover una transición justa.
3. Implicar a las personas trabajadoras.
4. Implicar a la ciudadanía.



Figura 1: Integrantes del Diálogo Social de Cyl. Fuente: jornada de presentación del Diálogo Social de Cyl en el CES de España. 2018

1.1.2 Encaje de esta Guía con el Acuerdo.

La presente Guía tiene relación directa con las líneas estratégicas 1 y 2 del “Acuerdo del Consejo del Diálogo Social de Castilla y León para promover una transición justa frente al cambio climático en 2018-2020”, en los siguientes aspectos:

Con respecto a la Línea Estratégica 1 (“Conseguir centros de trabajo sostenibles”):

- Fomentar modelos de producción limpia, que buscan entre otras cosas una reducción del uso de recursos naturales no renovables, y la **reutilización en el ciclo de producción de los materiales contenidos en los residuos como materias primas secundarias**, siempre y cuando quede garantizada la salud de las personas y la protección del medio ambiente.
- **Impulsar el análisis del ciclo de vida de los productos** y la incorporación de los criterios de ecodiseño, reduciendo la introducción de sustancias nocivas en su fabricación, facilitando la reparabilidad de los bienes producidos, prolongando su vida útil y posibilitando su valoración al final de ésta.

En relación a la Línea Estratégica 2 (“Investigar y promover una transición justa”):

- Impulsar acuerdos entre la Administración, las entidades científicas y educativas y el tejido empresarial para avanzar en la investigación y el conocimiento de nuevas herramientas y tecnologías de **mitigación y adaptación al cambio climático**.
- Divulgar el conocimiento ambiental, a través de la **difusión de las buenas prácticas sostenibles** que se estén realizando hasta el momento en las empresas de Castilla y León, propiciando la transferencia de conocimientos desde el mundo científico y académico hacia el entorno social y empresarial.

1.2 Contexto de la Guía.

1.2.1 Alcance de la Guía.

La “**Guía de Buenas Prácticas en Simbiosis Industrial para Polígonos Industriales**” ofrece un enfoque práctico sobre Simbiosis Industrial para los diferentes agentes que pueden intervenir en su aplicación:

- Administraciones.
- Empresas.
- Asociaciones de Polígonos Industriales.
- Centros Tecnológicos.
- Clústeres.
- Universidades.
- Etc.

Para su ejecución, se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis de casos de Buenas Prácticas sobre Simbiosis Industrial, tanto en Polígonos Industriales como en otros ámbitos geográficos, y cuyas experiencias pueden ser extrapolables a Polígonos Industriales. Este alcance comprende:

- Diferentes países de la Unión Europea.
- Diferentes Comunidades Autónomas de España.
- Diferentes provincias de Castilla y León.

La metodología empleada es la reflejada en la siguiente figura:

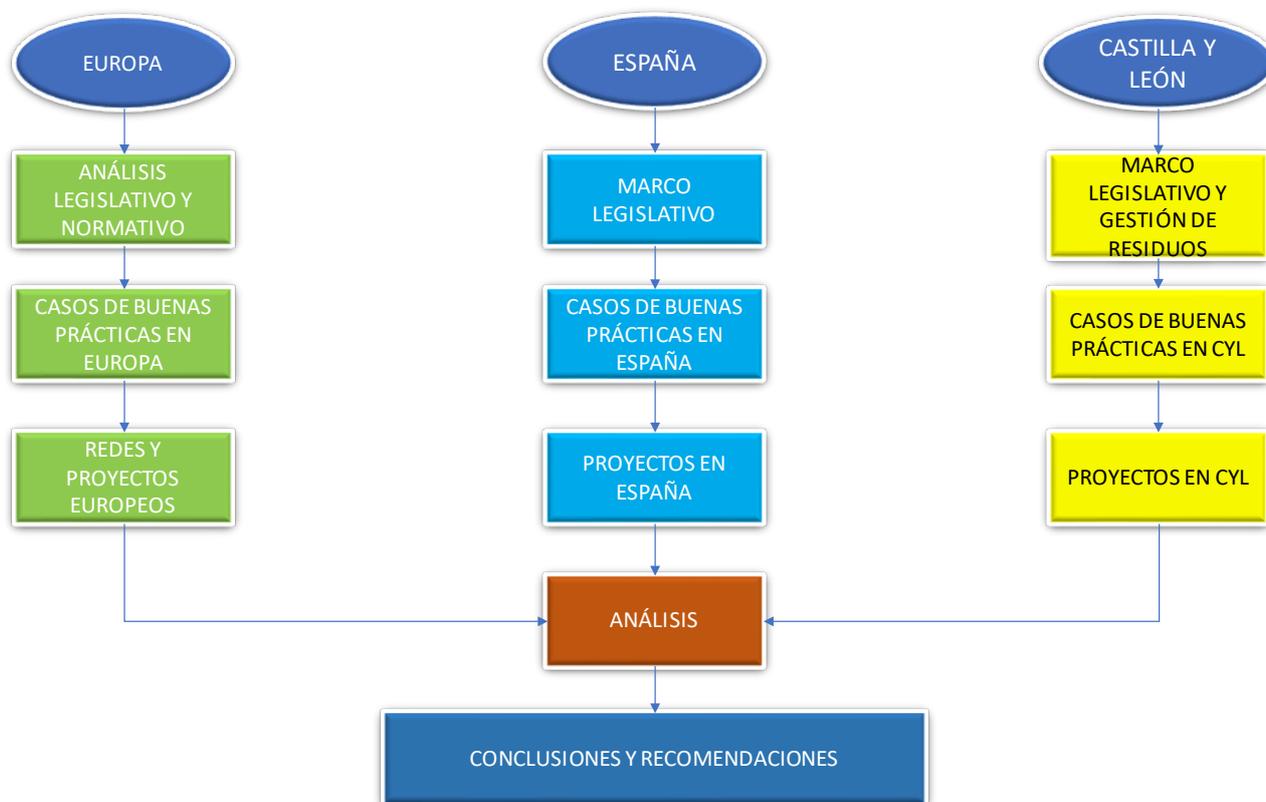


Figura 2: Estructura de la Guía. Elaboración propia

A través de los diferentes capítulos de esta guía, se desarrollan distintos aspectos de la Simbiosis Industrial y su aplicación práctica logrando, con ello, disponer de una visión global y actualizada sobre el tema.

Por ello, el capítulo 2 de la Guía sirve de base y contextualización sobre lo que es la Simbiosis Industrial, tipologías y características de la misma.

En el capítulo 3 se desarrolla con amplitud el marco legislativo y normativo aplicable a la Simbiosis Industrial en la Unión Europea, lo que permite conocer el impulso que las distintas instituciones europeas están realizando para que la Simbiosis Industrial sea una realidad cada vez más extendida.

Existen múltiples ejemplos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en Europa y éstas se desarrollan en el capítulo 4. Además de diferentes ejemplos de estas Buenas Prácticas a nivel de empresas y Polígonos Industriales se incluye amplia información sobre la situación de la Simbiosis Industrial en Europa, así como redes y proyectos que implican a organismos y empresas de diferentes países que colaboran y trabajan conjuntamente para la difusión e implantación de la Simbiosis Industrial.

Las redes indicadas están en funcionamiento y pueden ofrecer una información muy útil a tener en cuenta en el desarrollo de acciones de este tipo en los Polígonos Industriales de Castilla y León. Los proyectos mostrados (algunos de ellos finalizados y otros aún en ejecución) también muestran, en sus páginas web, detalles sobre las buenas prácticas que han llevado a cabo y conclusiones relevantes de la Simbiosis Industrial en diferentes ámbitos y sectores industriales.

De manera similar al capítulo 4, el capítulo 5 desarrolla y muestra casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en España. Se hace referencia a la Estrategia de la Economía circular a nivel nacional y su relación con la Simbiosis Industrial y se mencionan, igualmente proyectos que, sobre este tema, se han ejecutado o se están desarrollando en España.

En el capítulo 6 se aborda la Simbiosis Industrial en Castilla y León. Se analiza la Estrategia de Economía Circular de CyL, alineada con la de España y donde se encuadra la Simbiosis Industrial de la Región.

Se analizan los residuos industriales que se generan en Castilla y León, lo que da idea del volumen de estos residuos que pueden formar parte de procesos de Simbiosis Industrial.

Se muestran diferentes estudios y proyectos regionales al respecto y se ofrecen ejemplos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en Castilla y León.

Los casos de Buenas Prácticas expuestos a nivel europeo, nacional y regional ofrecen datos valiosos y ejemplos reales que pueden ser aplicados por los Polígonos Industriales de Castilla y León y por diferentes empresas que los integren. **La casuística del tejido industrial de la región es muy amplia y heterogénea, por lo que, para adaptar los casos expuestos se exponen, en el capítulo 7, un conjunto de conclusiones, recomendaciones, medidas y métodos que implican a administraciones, agentes de innovación, polígonos industriales, empresas e, incluso, al entorno social en el que los polígonos están ubicados.**

En el capítulo 8 (“Bibliografía”) y a lo largo de toda la guía (en los diferentes enlaces a distintas páginas web que se ofrecen en cada apartado), se incluye una extensa información de consulta que

permite ampliar el conocimiento y multiplicar los datos que aquí se ofrecen de manera más sintetizada.

Por último, en el capítulo 9, se ofrecen un conjunto de anexos que desarrollan la información de capítulos anteriores y que, en conjunto, muestran una visión muy actual de la Simbiosis Industrial y su aplicación en Polígonos Industriales.

1.2.2 Polígonos Industriales.

Dado que el alcance de la Guía se centra en Polígonos Industriales (y antes de abordar de lleno la cuestión de la Simbiosis Industrial), se ofrece a continuación un breve análisis de los Polígonos Industriales y su relación con la Simbiosis Industrial, así como una visión general de los Polígonos Industriales de Castilla y León

1.2.2.1 Polígonos Industriales, economía circular y simbiosis industrial.

Para que se ejecute la circularidad (cerrar el ciclo de vida de materiales y productos) que es la base de la Economía Circular, la proximidad entre empresas es un factor decisivo, destacando, además, la relevancia de la **innovación en los polígonos industriales para que la simbiosis industrial sea efectiva, duradera y con el mínimo consumo de energía.**

En general, cada empresa de un polígono hace frente a sus propios problemas de gestión medioambiental y, con la actual configuración, los responsables de la gestión de un polígono tienen verdaderos problemas para negociar colectivamente con un grupo de empresas.

En la siguiente figura se muestran los potenciales efectos adversos que un Polígono Industrial puede provocar en el medio ambiente:

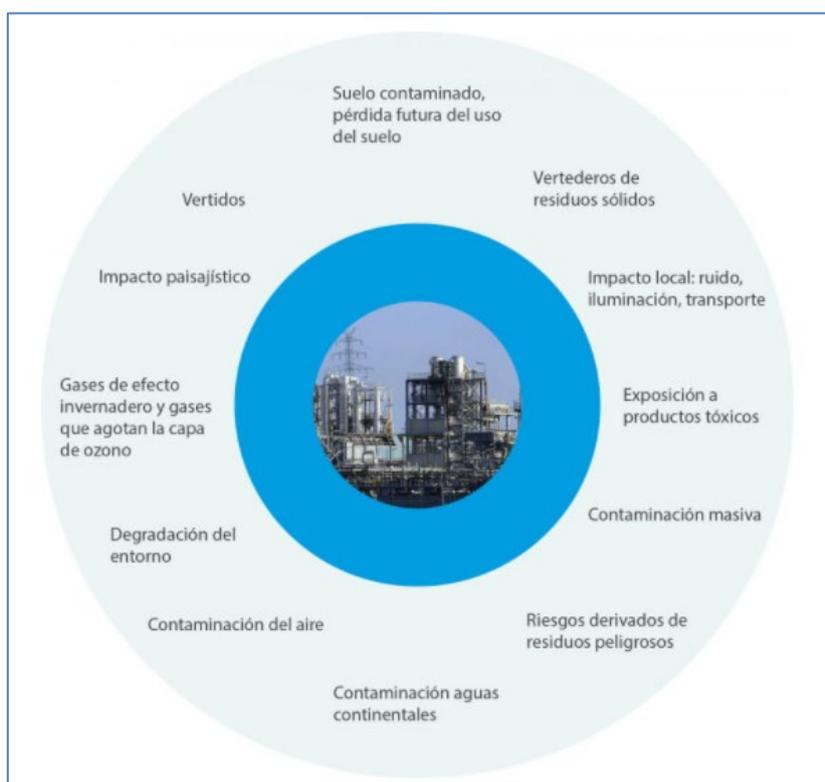


Figura 3: Impactos ambientales en polígonos industriales. Fuente: www.almaterramagna.org

Los Polígonos Industriales deberán desempeñar en el futuro un papel crucial si se quieren implantar estrategias y mecanismos de Simbiosis entre empresas, elemento clave hacia un modelo de Economía Circular y donde la colaboración público-privada será del todo necesaria.

El Polígono Industrial, por la cantidad y diversidad de actividades que tiene lugar en una extensa zona industrial, brinda muchas más oportunidades para el intercambio energético y de residuos.

El Programa de la ONU para el Medio Ambiente (**PNUMA**), ha propuesto un **modelo de gestión de emplazamientos industriales con criterios ecológicos**, planificando las infraestructuras y la implantación de servicios medioambientales¹.

El ejemplo más carismático de Simbiosis Industrial es el parque industrial de Kalundborg, Dinamarca (**ver apartado 4.2 para más detalles**).

Otros ejemplos de Polígonos Industriales sostenibles en Europa son:

- Kujala Waste Centre en Lathi (Finlandia).
- Red de Simbiosis Industrial de Norrköping (Suecia).

1.2.2.2 Polígonos Industriales en Castilla y León.

Esta Guía está centrada en ofrecer Buenas Prácticas para Polígonos Industriales de Castilla y León y, por ello y para ubicar el contexto, se muestran datos sobre los Polígonos Industriales existentes actualmente en la región.

Sobre los Polígonos Industriales en CyL, en el informe **“Situación económica y social de Castilla y León 2019”**, elaborado por el Consejo Económico y Social de Castilla y León en el **año 2020**, se indica, en relación con el suelo industrial de la Comunidad, lo siguiente:

*“La **superficie real bruta de suelo industrial** en Castilla y León a finales de 2019 ascendía a **33,36 millones de metros cuadrados**, la misma que el año anterior, mientras que la **superficie real disponible era de 4,08 millones de metros cuadrados**, un 5,8% superior a la del año previo debido a la finalización de determinadas obras de puesta en funcionamiento de polígonos. La distribución provincial de la superficie real bruta no registró modificaciones en 2019, de forma que Valladolid, con 8,92 millones de metros cuadrados, sigue siendo la provincia con más extensión de suelo industrial. Si analizamos la distribución de la superficie real disponible, se ve claramente cómo son las provincias de Burgos y Palencia, con un 22% y un 20,4% del total, respectivamente, las que cuentan con más espacio de suelo industrial disponible, siendo Salamanca la provincia con menor disponibilidad (0,1% del total regional).”*

De cara a la puesta en marcha de proyectos de Simbiosis Industrial a nivel de Polígonos Industriales, la titularidad del mismo es un factor relevante en la toma de decisiones y, a este respecto el documento antes indicado menciona que:

*“Si el análisis se hace en función de la titularidad de los polígonos (autonómica, municipal, municipal y privada, privada, y de la Entidad Pública Empresarial de Suelo-SEPES), se observa que, **del total de 366 polígonos (348 en 2018), son los de titularidad municipal los más numerosos (39,3% del total), seguidos por los privados (23,5%) y los autonómicos-ICE (21,9%).”***

Los datos detallados se muestran en la siguiente figura:

¹ Decisión 27/9 UNEP GC: Impulso de la justicia, la gobernanza y el derecho para la sostenibilidad ambiental

Suelo empresarial en Castilla y León, 2019 (m ²)						
	Nº Polígonos	Vendida	Disponible	Proyecto	Otras Zonas ⁽¹⁾	Total
Castilla y León						
ICE Castilla y León	80	6.818.935	4.082.936	8.191.622	14.272.075	33.365.568
Municipal	144	13.388.750	3.290.611	11.046.505	5.329.138	33.055.004
Municipal y privado	27	8.449.303	3.042.666	7.428.136	5.081.733	24.001.838
Privado	86	8.379.233	2.790.435	10.541.573	10.678.040	32.389.281
SEPEs	29	11.776.333	665.292	5.130.448	3.669.110	21.272.424
Total	366	46.124.129	12.411.409	38.116.458	36.276.369	132.959.606

Nota: ⁽¹⁾ Superficies no explotables, como zonas verdes, viales, aceras, rotondas, etc.
 Fuente: Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León.
 ICE Castilla y León: Instituto para la Competitividad Empresarial de CyL.
 Datos disponibles en ICE a 31 de enero de 2020.

Figura 4: Polígonos Industriales en CyL según su titularidad. Fuente “Situación económica y social de Castilla y León 2019”. CES CyL. 2020

En el **anexo 1** de la Guía se relaciona, de manera detallada, los Polígonos Industriales de Castilla y León, clasificados por provincias (Fuente: Junta de Castilla y León).

2 SIMBIOSIS INDUSTRIAL (SI).

En el capítulo anterior se ha hecho mención a la **Simbiosis Industrial (SI)** pero no se ha explicado todavía en qué consiste.

A lo largo de este capítulo se desarrolla:

- Contexto en el que surge la SI.
- Definición de SI.
- Relación de la SI con la Economía Circular.
- Distintos tipos de categorizaciones que se pueden dar sobre SI.
- Principales características que tiene un proceso de SI.

2.1 Introducción a la Simbiosis Industrial.

El aumento de la industrialización y la urbanización en los últimos años ha provocado un aumento de las emisiones de dióxido de carbono (Dong et al., 2019; Liu y Bae, 2018), que son, en gran parte, responsables de los gases de efecto invernadero. Este aumento ha provocado un calentamiento global, con consecuencias adversas para el medio ambiente y la salud humana, como se ha mencionado en los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014). El aumento de residuos sólidos industriales y municipales y el creciente consumo de recursos también se han destacado como consecuencia del crecimiento de la industrialización y la urbanización (Guan et al., 2019b, 2019a; Luzi et al., 2015; Minelgaitė y Liobikienė, 2019). Sin embargo, se ha reconocido el importante papel de la industrialización para el crecimiento económico a largo plazo (Haraguchi et al., 2019). Por tanto, es fundamental encontrar soluciones que permitan reducir estos efectos negativos, sin comprometer el crecimiento económico.²

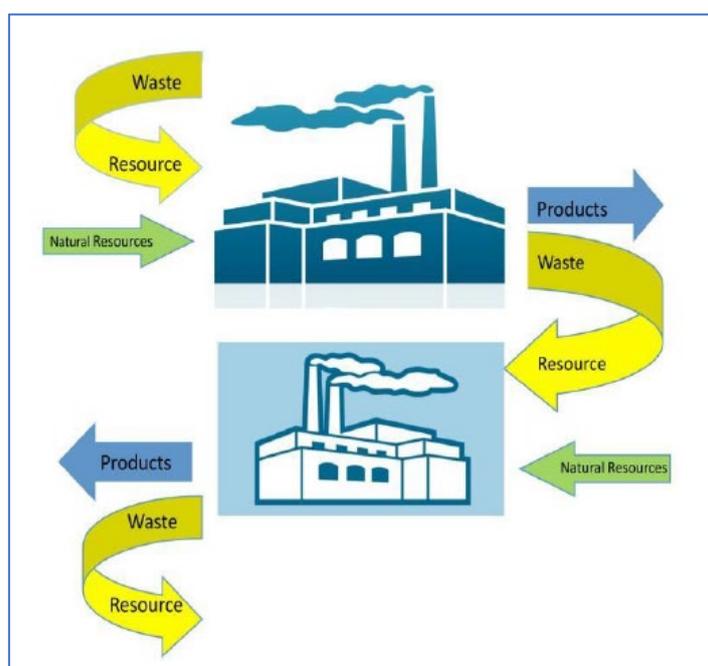


Figura 5: Justificación de la razón de ser de la simbiosis industrial. Fuente: Proyecto Sharebox.

² "A Comprehensive Review of Industrial Symbiosis". 2019. Angela Neves, Radu Godinac, Susana G. Azevedob, João C.O. Matias.

Los acuerdos internacionales que se han establecido, que van desde la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992, actualmente ratificada por 195 países, hasta el acuerdo alcanzado en diciembre de 2015, el Acuerdo de París, han contribuido enormemente a la sensibilización sobre el cambio climático. problemas y la búsqueda de soluciones sostenibles. Estas soluciones son indispensables para mantener las emisiones de dióxido de carbono por debajo de los límites establecidos en los acuerdos internacionales, pero también para el uso cada vez más eficiente de los recursos. Se ha demostrado que la **simbiosis industrial** es un fuerte aliado para el logro de estos objetivos, sin causar daño al crecimiento económico de las partes involucradas (Daddi et al., 2017; L. Dong et al., 2014; Fan et al., 2017; Martin y Harris, 2018), hecho también reconocido por la Comisión Europea, que ha publicado varias directivas y comunicaciones que mencionan la importancia de la simbiosis industrial (Comisión Europea, 2018a, 2018b, 2018c).

2.2 Definición de SI.

La definición más comúnmente citada de **Simbiosis Industrial (SI)** fue propuesta por Chertow (2000)³ de la siguiente manera: "La parte de la ecología industrial conocida como simbiosis industrial involucra tradicionalmente a industrias separadas en un enfoque colectivo de ventaja competitiva que implica el intercambio físico de materiales, energía, agua y subproductos. Las claves de la simbiosis industrial son la colaboración y las posibilidades sinérgicas que ofrece la proximidad geográfica".

Otra definición de Simbiosis Industrial es la indicada por Lombardi y Laybourn (2012): **La simbiosis industrial** es un enfoque para un sistema industrial más sostenible e integrado, que identifica oportunidades comerciales que aprovechan los recursos infrutilizados (como materiales, energía, agua, capacidad, experiencia, activos, etc.) ()

No obstante, la definición oficial de Simbiosis Industrial, recogida en el documento del CEN, CWA 17354:2018, es:

“La simbiosis industrial es el uso por una empresa o sector de recursos infrutilizados, ampliamente definidos (incluidos desechos, subproductos, residuos, energía, agua, logística, capacidad, experiencia, equipos y materiales) de otra, con el resultado de mantener, durante más tiempo, los recursos en producción. Presenta un enfoque de sistemas para una economía industrial más sostenible e integrada que identifica oportunidades comerciales para mejorar la utilización de recursos y la productividad.”

La SI implica a organizaciones que operan en diferentes sectores de actividad que se involucran en transacciones mutuamente beneficiosas para reutilizar desechos y subproductos, encontrar formas innovadoras de obtener insumos y optimizar el valor de los residuos de sus procesos. La SI también se ha visto como un enfoque práctico para "mejorar la eficiencia de los recursos, reducir la generación de desechos y las emisiones de GEI a través del intercambio de materiales, energía y subproductos entre diferentes procesos e industrias" (Sun et al., 2017) y, por lo tanto, se ha incluido en el centro de las estrategias para promover la transición hacia la Economía Circular (EC), mediante la promoción de flujos de recursos a través de múltiples ciclos en diferentes sectores de actividades y cadenas de suministro.

La siguiente figura muestra algunos de los beneficios que supone la aplicación de la SI para el tejido empresarial en general:

- Ahorros en entrada de material.
- Ahorros en el uso de recursos.

³ Chertow, M. R. (2000). Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. Annual Review of Energy and Environment 25, 313-337.

- Ahorros en emisiones.
- Ahorros en residuos.

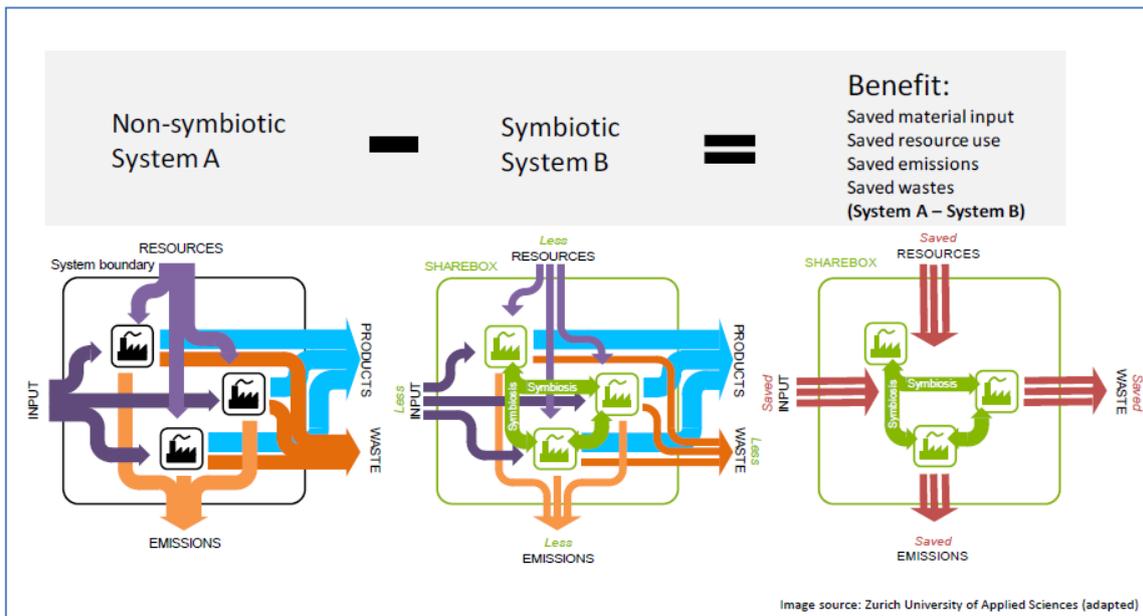


Figura 6: Beneficios ecológicos de la Simbiosis Industrial. Fuente: Proyecto Sharebox.

2.3 Economía Circular y Simbiosis Industrial.

Según el “**Plan de Acción de la Unión Europea para la economía circular**”, una economía circular es aquella en la que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantiene en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduce al mínimo la generación de residuos.

El modelo de economía circular al contrario de la economía lineal, hace un uso limitado de las materias primas y lleva la producción de residuos al mínimo. En este modelo la reutilización y la recuperación de productos y materias juegan un papel fundamental.

Entre las razones que ponen en entredicho el modelo de economía lineal, se pueden citar:

- Los recursos energéticos basados en energía fósiles, los alimentos y el agua son cada vez más escasos.
- El incremento del número de consumidores en los próximos 20 años supondrá una presión insostenible sobre los recursos disponibles en el modelo lineal actual.
- La economía lineal nos lleva al agotamiento de los recursos.
- El sistema tradicional es global y medioambientalmente ineficiente provocando daños irreparables al clima y la biodiversidad.

Según el Plan de acción de la UE para la economía circular (Comisión Europea, 2015): “La economía circular impulsará la competitividad de la UE al proteger a las empresas contra la escasez de recursos y la volatilidad de los precios, y contribuir a crear nuevas oportunidades empresariales, así como maneras innovadoras y más eficientes de producir y consumir. Creará puestos de trabajo a escala local adecuados a todos los niveles de capacidades, así como oportunidades para la integración y la cohesión social. Al mismo tiempo, ahorrará energía y contribuirá a evitar los daños irreversibles causados en lo relativo al clima y la biodiversidad, y a la contaminación del aire, el suelo y el agua, a causa de la utilización de los recursos a un ritmo que supera la capacidad de la Tierra para renovarlos.”



Figura 7: Esquema de la Economía Circular Fuente: Estrategia de la Economía Circular de CyL 2020-2030.

En este contexto, **la simbiosis industrial constituye un catalizador de la transición hacia una economía circular.**

La simbiosis industrial es una estrategia empresarial que busca sinergias con empresas geográficamente cercanas buscando conjuntamente soluciones innovadoras basadas en la máxima eficiencia en el uso de los recursos. Esta estrategia no solo puede aplicarse a escala local, como lo demuestra el hecho de que actualmente se transporta residuos a miles de kilómetros con destino tanto a valorización como a eliminación, sino que puede plantearse a nivel regional y estatal.

La simbiosis industrial conlleva que organizaciones que operan en diferentes sectores de actividad cooperen para alcanzar un beneficio mutuo a través de la utilización de subproductos, materias, energía y logística optimizando el uso de los recursos y disminuyendo la generación de residuos. En este sentido la confianza entre los actores juega un papel clave.

Desde una perspectiva sistémica, la simbiosis industrial contribuye a cerrar el círculo de los procesos industriales de diferentes formas:

- Aumentando el tiempo en que los recursos permanecen en la antroposfera.
- Reduciendo el volumen de residuos eliminados.
- Aumentando la eficiencia energética y material a través de la reutilización y el reciclado.
- Creando oportunidades de negocio y puestos de trabajo relacionados con el uso alternativo de los actuales canales de gestión de residuos.
- Posibilitando la innovación orientada a la demanda en apoyo de la transición a una economía circular, conectando negocios con la comunidad investigadora para dirigir las necesidades en innovación y tecnología.

Las claves de la simbiosis industrial son la colaboración, proximidad geográfica y un enfoque basado en la demanda y apoyado por terceras partes o facilitadores.

2.4 Tipos de SI.

De manera similar a la ecología industrial y la economía circular, se puede implementar la simbiosis industrial, **en función del alcance geográfico**, en tres niveles: **micro, meso y macro.**

- **MICRO:** (nivel de empresas y organizaciones) Para este nivel los objetivos se centrarían principalmente en una producción más sostenible a nivel medioambiental en empresas y organizaciones.
- **MESO:** (nivel regional o territorial) Los objetivos a este nivel regional o territorial contemplarían una implementación de la SI a **través de polígonos industriales, eco-parques, iniciativas locales** y, en particular, en la gestión de los residuos y de los flujos de entrada y salida de recursos y materias primas en un territorio.
- **MACRO:** (nivel social nacional y supranacional) Para el nivel social, el plano más general de la SI, representando un nuevo modelo económico, el objetivo se enfocaría hacia la promoción de una sociedad orientada al reciclaje y al cierre de círculos y sería de aplicación en ámbito nacional y supranacional.

Atendiendo a la tipología de redes que se pueden crear, la literatura, en general, clasifica la actividad de SI en tres grupos principales:

- **Actividad autoorganizada**, que surge como resultado de la interacción directa entre actores industriales;
- **Redes facilitadas**, aquellas que cuentan con un tercero intermediario que coordina la actividad (Baas, 2011)
- **Redes planificadas**, que resultan de un plan o visión central, generalmente para un área industrial específica, que incluye infraestructuras y servicios compartidos y coordinación / promoción de intercambios de SI.

Otra posible clasificación se realiza atendiendo al **proceso de tratamiento de los residuos**, pudiéndose clasificar en **Sinergias Directas** y **Sinergias Indirectas**:

- Las **sinergias directas** corresponden a casos en los que el flujo de residuos se utiliza directamente, o con el apoyo de tecnología ligera (por ejemplo, trituradora, envasado, transporte, almacenamiento, recolección / distribución), como sustituto de una materia prima en la industria receptora.



Figura 8: Sinergia tipo directo. Fuente: Proyecto SCALER.

- Se consideran **sinergias indirectas** cuando la corriente de residuos requiere una modificación o un tratamiento (por ejemplo, extracción, separación, purificación, limpieza o transformación) antes de su uso, como sustituto de una materia prima en la industria

receptora. La modificación o el tratamiento puede ser realizado por un interesado directamente involucrado o por un tercero.

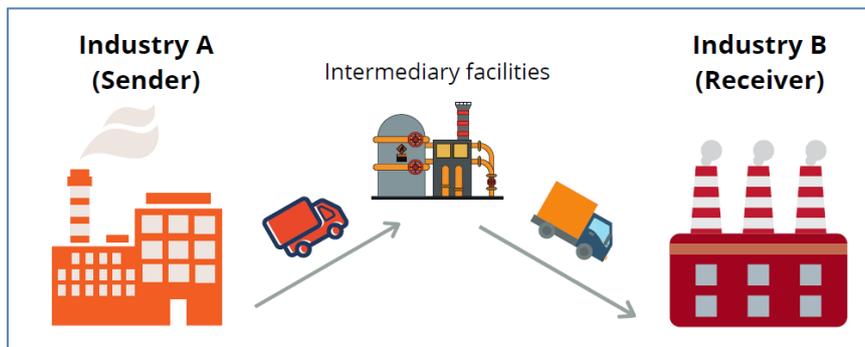


Figura 9: Sinergia tipo indirecto. Fuente: Proyecto SCALER.

Como resultado del proyecto europeo SCALER (**SCAL**ing **E**uropean **R**esources with Industrial Symbiosis), cuyo objetivo es aumentar la adopción de la simbiosis industrial en toda Europa, se ha elaborado un video de “Introducción a la Simbiosis Industrial” que ofrece una visión general de la SI. El enlace a este video es:

<https://www.youtube.com/watch?v=7daVvUsvBuc&feature=youtu.be>



Figura 10: Vídeo sobre Simbiosis Industrial. Fuente: Proyecto SCALER.

2.5 Características de la SI.

El interés académico por la simbiosis industrial se planteó, en la práctica, con ejemplos de empresas cooperantes en la segunda mitad del siglo XX (el ejemplo más conocido es Kalundborg en Dinamarca). Actualmente, un número considerable de estudios de casos están ahora disponibles en la literatura de diferentes países.

En los primeros años del siglo XXI, la simbiosis industrial se convirtió en una herramienta política ampliamente aceptada y priorizada estratégicamente en el contexto de una economía verde. Existe un amplio consenso en que la simbiosis industrial tiene un enorme potencial para hacer una contribución significativa a la mejora de la eficiencia de los recursos y al aumento de la innovación,

y que es un elemento clave para establecer economías circulares. La simbiosis industrial se incluyó como un elemento de la Hoja de Ruta para una Europa eficiente en el uso de los recursos⁴

La Simbiosis Industrial proporciona, al entorno en el que se aplica, beneficios a distintos niveles, por ejemplo:

- Conocimiento y habilidades de los agentes participantes:
 - Ampliación de conocimientos y Know-how práctico en la gestión de los recursos.
 - Desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos en la gestión de casos de SI.
- Valor económico:
 - Creación de valor económico del aprovechamiento de residuos y de recursos infrutilizados.
 - Reducción de costes de energía y de materias primas.
 - Reducción de tasas de vertido de residuos.
- Reducción del impacto ambiental:
 - Reducción de energía y consumo de materiales.
 - Reducción de la producción de Gases de Efecto Invernadero.
 - Reducción de emisiones generadas por la transformación de materias primas.
 - Reducción del uso de terrenos para basureros y vertederos.

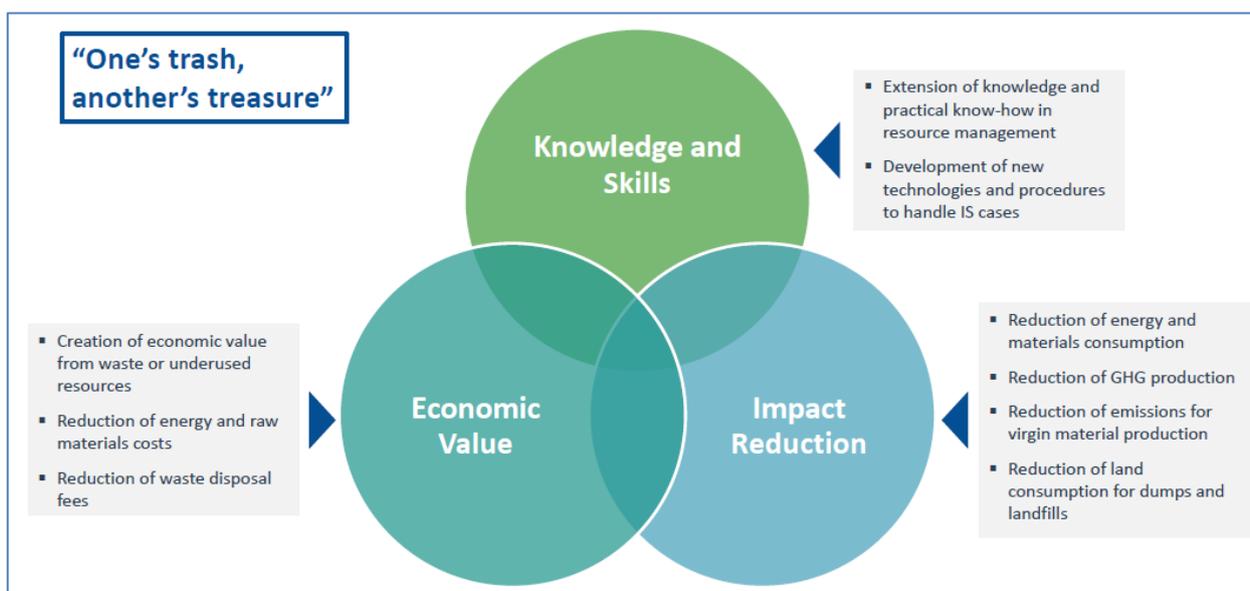


Figura 11: Beneficios estratégicos de la Simbiosis Industrial. Fuente: Proyecto Sharebox.

Ahondando en el aspecto de reducción de costes, en el documento “Cooperation fostering industrial symbiosis: market potential, good practice and policy actions”, publicado por la Comisión Europea en el año 2018, se analiza el valor del mercado potencial de la Simbiosis Industrial. En dicho estudio se indica que, al observar el valor positivo asociado con los flujos de desechos prioritarios y el potencial de evitar costes de la actividad que tiene la SI, se puede concluir que existe un potencial de mercado sustancial para la SI. Además, ambas aproximaciones del potencial de mercado son complementarias, ya que la desviación de residuos a vertederos podría generar ahorros de costes que se sumarían al valor extraído de los materiales secundarios.

En el citado informe se extraen, entre otras, las siguientes conclusiones:

⁴ Documento COM(2020) 98 final: “COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”. De fecha 11/03/2020.

- Potencial del mercado: 73000 millones de euros estimados en la UE, solo en la reducción de costes.
- La simbiosis industrial facilitada, apoyada por el sector público es el mejor modelo para abordar las deficiencias del mercado.
- Hay muy pocas evidencias de una facilitación operativa totalmente privada (de simbiosis industrial) en Europa.
- El éxito de las iniciativas de simbiosis industrial depende en gran medida del entorno político.

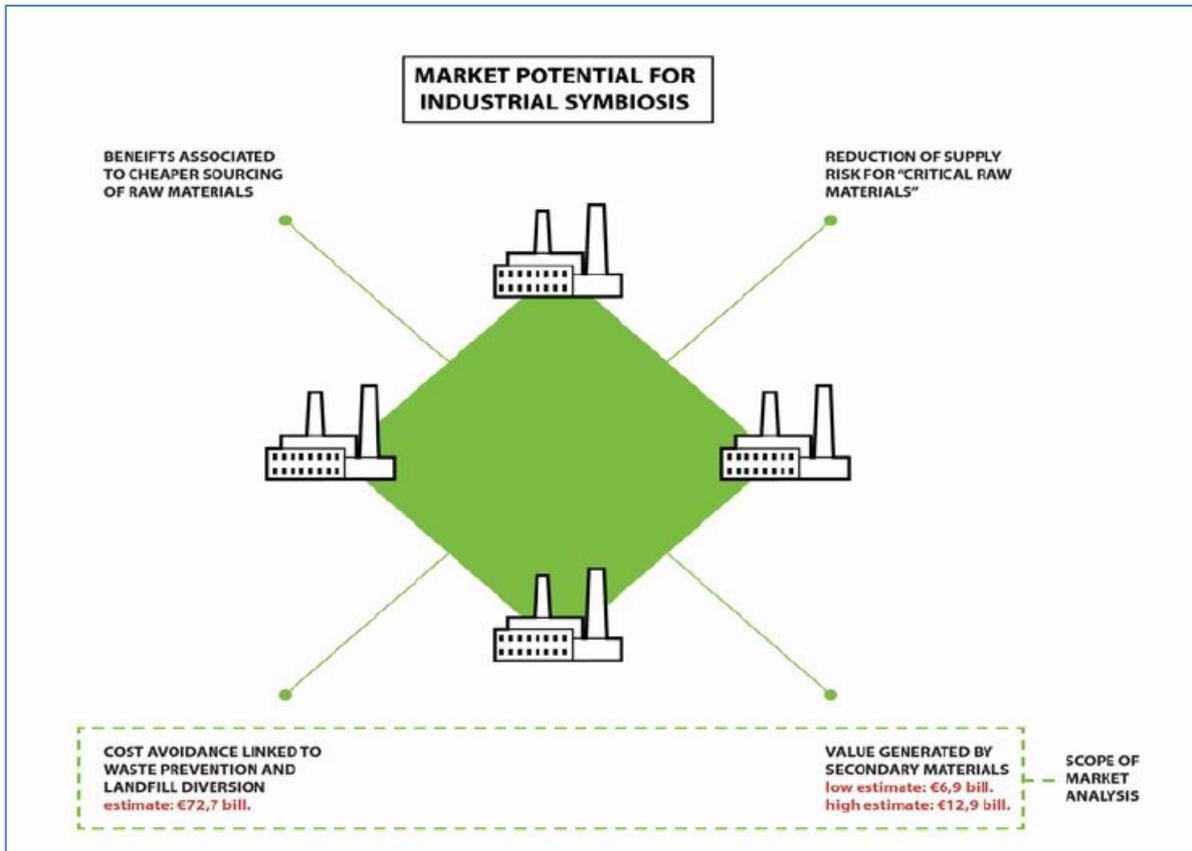


Figura 12: Mercado potencial de la Simbiosis Industrial. Fuente: "Cooperation fostering industrial symbiosis: market potential, good practice and policy actions". Pag. 81.

Los principios básicos de la simbiosis industrial (de acuerdo al proyecto Sharebox), son los siguientes:

1. La Simbiosis Industrial se refiere a toda clase de recursos y a toda clase de sectores industriales.
2. Todas las relaciones simbióticas siguen el principio de rentabilidad económica.
3. La Simbiosis industrial ocurre en estructuras organizadas de dos tipos:
 - a. En los **entornos de Polígonos o Parques industriales**: por ejemplo, Kalundborg.
 - b. En redes facilitadas: por ejemplo, NISP en el Reino Unido.

Por último, es de destacar que la Simbiosis Industrial tiene interacción y añade valor a las distintas agendas globales actualmente existentes, tales como:

- Eficiencia de los recursos.
- Economía circular.
- Cambio climático.
- Crecimiento verde.

- Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.
- Eco-innovación.

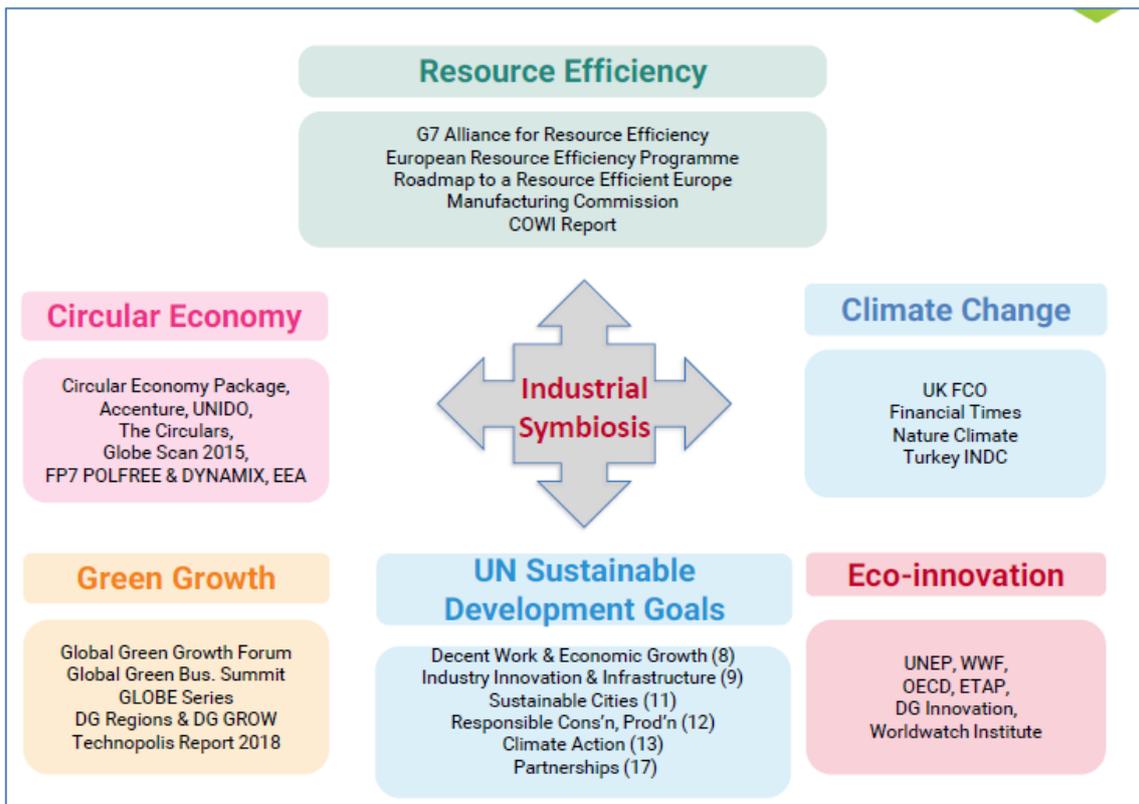


Figura 13: La Simbiosis Industrial añade valor a las agendas globales. Fuente: Proyecto Sharebox.

En el capítulo 3 se desarrolla más ampliamente la relación de la SI con la normativa existente en la Unión Europea en estos ámbitos.

3 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA EN LA UE RESPECTO A LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL.

Desde la Unión Europea se está haciendo un importante esfuerzo para impulsar la aplicación efectiva de la Economía Circular y, consecuentemente, de la Simbiosis Industrial. En el apartado 3.1 se muestra un detallado análisis de la legislación existente, actualmente, a este respecto.

En el apartado 3.2 se mencionan dos documentos relevantes sobre SI como son el “Acuerdo Verde” o “Green Deal” y el “Documento COM (2020) 98 final” donde, de manera explícita, se establece objetivos relacionados con la SI.

Para complementar estos dos apartados, en el **Anexo 2** de esta guía se relaciona el listado de políticas de la UE relativas a la SI.

Respecto al marco normativo, en el apartado 3.3 se explican los estándares que tienen relación con aspectos de SI (química, ingeniería, papel, cemento, minerales, agua, etc.) y en el 3.4 se desarrolla con más detalles la Norma CWA 17354:2018, cuyo título es: Simbiosis industrial: elementos centrales y enfoques de implementación”.

Para tener una visión completa sobre este tema, en el **anexo 3** se muestra la relación de Normativa ligada a la Simbiosis Industrial en Europa.

3.1 Marco Legislativo en la UE⁵.

Existe, en la Unión Europea diferente legislación que permite, directa o indirectamente, **la simbiosis industrial en la industria de procesos**.

Los elementos considerados para hacer posible la simbiosis industrial se basan en operaciones sostenibles que incluyen el uso innovador y eficiente de materiales y energía, reutilización y reciclaje de corrientes de residuos, diseño pionero de productos sostenibles, junto con el apoyo de tecnologías de transformación digital e instrumentos financieros sostenibles.

A lo largo de la **colección de más de 50 documentos** existentes, relativos a las directivas de la UE, las comunicaciones de la Comisión, las opiniones y referencias de los órganos de la UE, las mejores prácticas de la UE y las estrategias de la UE, la distribución del enfoque de las políticas es evidente. Las estadísticas relacionadas ayudan a identificar dónde se ha prestado la mayor atención y dónde podría haber posibles brechas. Las políticas identificadas se relacionan con el uso eficiente de recursos en los sectores industriales, p.ej., Industria química, con especial atención a los plásticos, así como en el sector de la Ingeniería, en la vía de la electrónica.

La siguiente figura muestra la distribución de políticas relativas a SI, existentes en la UE, agrupadas por temas.

⁵ Proyecto SCALER “Report on EU-wide industrial symbiosis regulatory measures, regulatory gaps and need for deployment”. Junio ‘20

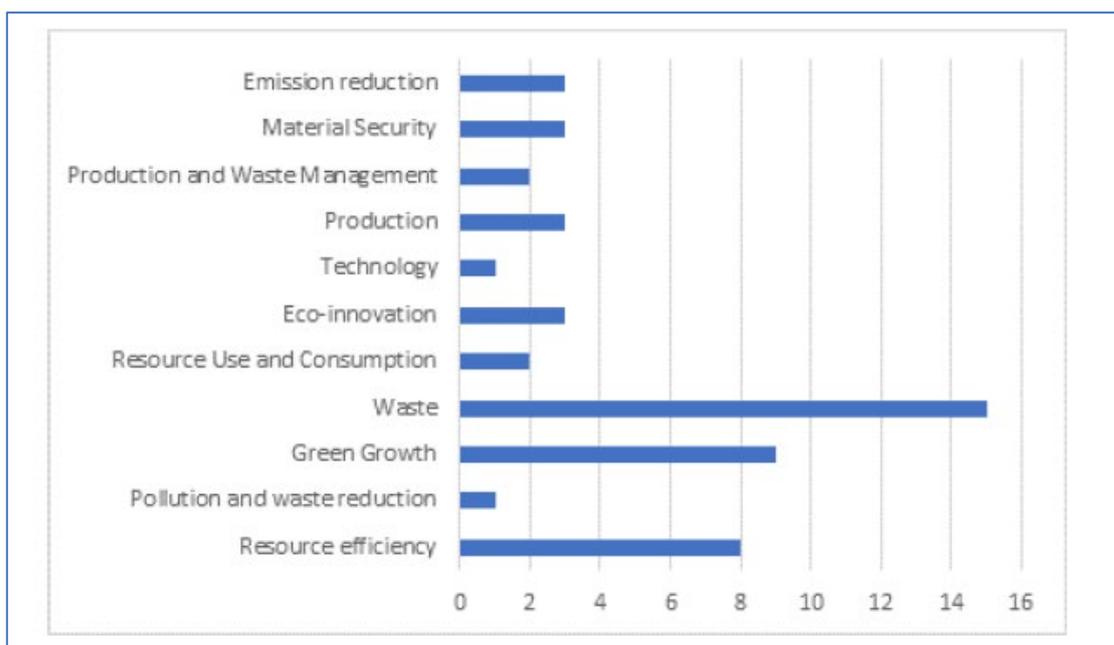


Figura 14: Distribución de políticas sobre SI, en la UE, por temas. Fuente: Proyecto Scaler.

El análisis cuantitativo de estas políticas también muestra que la mayoría tienen un impacto a nivel nacional, europeo y mundial ('Macro'), pero también hay algunas políticas que se centran en **parques eco-industriales** o marcos de desarrollo regional ('Meso'), pero no se detecta ninguna a nivel local ("Micro").

NIVEL	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Macro	<ul style="list-style-type: none"> • Global • Europeo • Nacional 	La mayoría de las políticas que se han desarrollado son a nivel de la UE, como las Directivas y Reglamentos de la UE, p.ej.: Directiva marco de residuos de la UE, REACH, Paquete de Economía Circular, Estrategia Industrial, etc.
Meso	<ul style="list-style-type: none"> • Parques Industriales (IP's). Eco parques industriales (EIP's). • Regional. 	Pocas políticas – información basada en mejores prácticas (UK NISP), estimulación del gobierno en los EIP's de la Economía Circular/Simbiosis Industrial.
Micro	<ul style="list-style-type: none"> • Firmas individuales. • Local 	Falta de políticas - Papel crucial de las entidades facilitadoras - no hay políticas específicas, sino actores específicos que influyen en las políticas, p. ej.: intermediarios que brindan servicios para facilitar la SI a través de plataformas de intercambio, servicios de mercado abierto, etc.

Tabla 1: Análisis de la legislación de la UE en relación con la SI. Fuente: Proyecto SCALER.

En el siglo XXI, la Simbiosis Industrial ha llegado a ser gradualmente reconocido y aceptado como un enfoque a través del cual los sectores industriales intensivos en energía (como el acero, los productos químicos y el cemento) pueden lograr la sostenibilidad, ser una industria verde circular y próspera y formar las estructuras para lograr la prosperidad y la resiliencia compartidas. Hay un número creciente de investigadores que han estado trabajando en temas de simbiosis industrial. El éxito de las políticas diseñadas para la implementación de SI a menudo se cuestiona, y hay argumentos de que la política debería promover los clústeres existentes o nutrir las estructuras simbióticas existentes, para tener éxito en su desarrollo.

Se han propuesto tres estrategias o ideas de políticas para que las consideren los responsables políticos, los gobiernos y las empresas “1. sacar a la luz núcleos de actividad cooperativa que aún están ocultos; 2. ayudar a los “granos” que van tomando forma; y 3. proporcionar incentivos para catalizar nuevos núcleos mediante la identificación de "precursores de la simbiosis" (Chertow 2007). Por lo tanto, la política podría convertirse en una fuerza significativa para promover las sinergias simbióticas existentes, especialmente cuando estas han surgido de un enfoque de abajo hacia arriba.

La UE ha estado apoyando la Simbiosis Industrial de manera directa o indirecta durante más de 30 años. Sin embargo, este apoyo se vuelve cada vez más intenso en la primera década del siglo XXI (Figura 4). Con el lanzamiento de la Hoja de ruta para una Europa eficiente en el uso de los recursos, que está incorporada en la “Resource Efficiency Flagship Initiativ”, la UE está reconociendo a la SI como un elemento central (Kusch 2015). Durante la última década, la Comisión Europea (CE) ha adoptado una variedad de políticas ambiciosas, p. Ej. su "Paquete de economía circular" (lanzado en 2015 y actualizado posteriormente en 2020) con un enfoque en cerrar el lazo de los ciclos de vida de los productos mediante una mayor reutilización y reciclaje (Comisión Europea, 2015, 2018; Lazarevic y Valve, 2017).

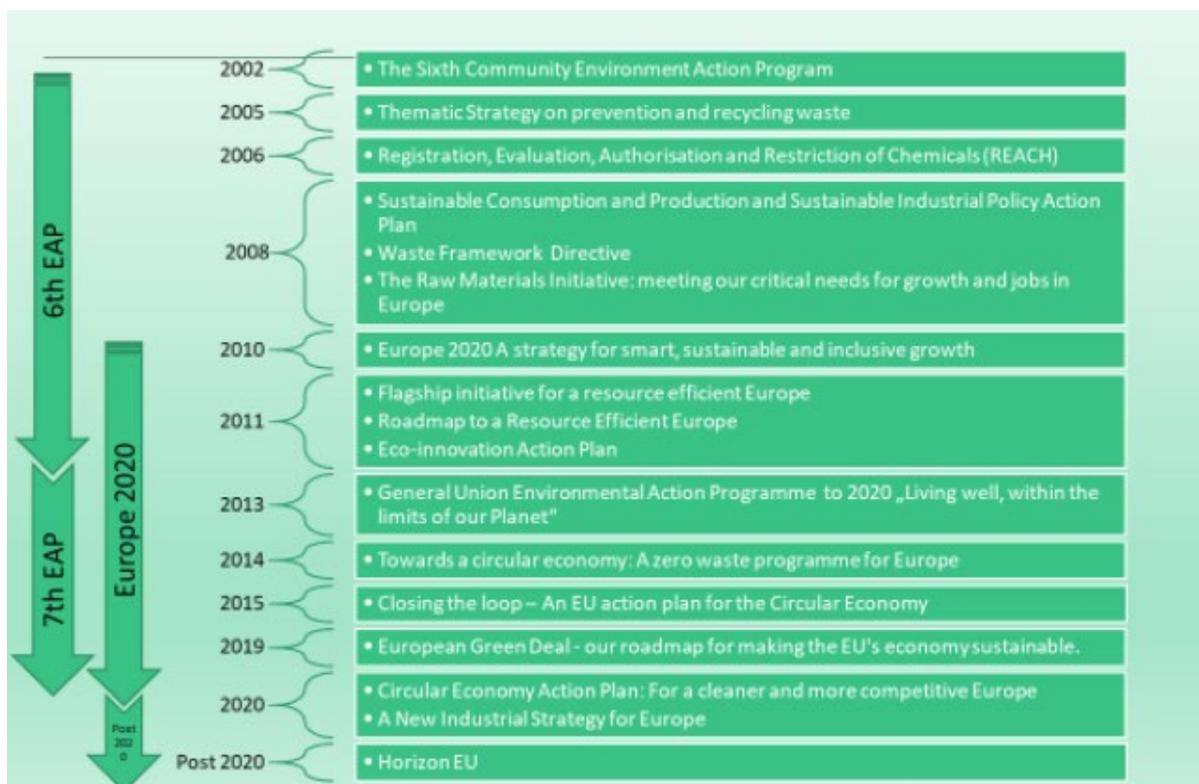


Figura 15: EU Políticas relevantes relativas a IS – Marco temporal. Fuente: proyecto SCALER.

Las estrategias y políticas de la UE a menudo ven a la SI como una herramienta cada vez más importante a nivel de la UE para cumplir el Acuerdo de París (CMNUCC 2020). El potencial de SI para contribuir a los sistemas de producción sostenibles y la eficacia de la industria de la UE está bien reconocido a través de la Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos, que destaca la importancia de la reutilización de las materias primas y que las industrias podrían obtener beneficios económicos directos de ahorro en recursos y ventas ("1.400 millones de euros al año y generar 1.600 millones de euros en ventas" (Comisión Europea 2011d)). Al mismo tiempo, se propone que la SI sea una palanca para una producción más eficiente y, por lo tanto, la UE podría facilitar que las industrias colaborasen y hacer un buen uso de los residuos y subproductos mediante la explotación del potencial de la SI (Kallay y Szuppinger 2017).

Aunque la UE ha estado regulando y orquestando las políticas de SI, también ha ordenado a los Estados miembros que desarrollen sus propios mecanismos y marcos. Sin embargo, los Estados miembros de la UE a menudo informan de una implementación limitada de sus planes con respecto a los planes de acción nacionales de economía circular y, posteriormente, la simbiosis industrial está en gran parte ausente de las agendas políticas nacionales, especialmente en los países de la UE donde hay actividades de SI limitadas o no evidentes. (Johnsen 2015; Revista Nordregio 2016). No obstante, en la Plataforma europea de eficiencia de los recursos (EREP) de 2012 se estipula que "la UE y los Estados miembros deben fomentar la simbiosis industrial mediante la promoción de una red paneuropea de iniciativas de simbiosis industrial, bajo la cual los facilitadores podrían conectarse para permitir el emparejamiento, incluso más allá de las fronteras y más allá de la UE" (EREP 2013).

3.2 Ejemplos de aplicación de la legislación sobre SI en la UE.

Se ofrece, a modo de ejemplo de la legislación mencionada en el apartado 3.2, información detallada sobre dos documentos relevantes:

- The Green Deal.
- Documento COM (2020) 98 final: "Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Nuevo plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva".

3.2.1 The Green Deal.

El "Acuerdo Verde" (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/fourth-industrial-revolution>) es claro sobre lo que Europa debe hacer para crear una economía sostenible. Aquí, **la Simbiosis Industrial** ha sido identificada como una potente herramienta para ayudar a la UE a alcanzar sus objetivos de no uso del carbón, pero a la tasa actual (solo 12%) de materiales y recursos siendo reutilizados en la economía, hay un espacio amplio para la mejora. Las innovaciones en tecnología verde, combinadas con iniciativas de la UE destinadas a la Industria europea digitalizada (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/digitising-european-industry>), incluyendo el hacer mejor uso del Big Data y de la inteligencia artificial (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/fourth-industrial-revolution>), y la evidencia de una mayor responsabilidad corporativa son todos ellos signos positivos de que la Simbiosis Industrial puede construir un futuro mejor.

Pero solo cuando las empresas identifiquen los ahorros reales en costes de materiales, las asociaciones creadas a través de la Simbiosis Industrial se convertirán en una elección natural entre sectores que, por lo general, saben poco de lo que el otro puede ofrecer.



Figura 16: The European Green Deal. Fuente: Comisión Europea. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6724

3.2.2 Documento COM (2020) 98 final.

El Documento COM (2020) 98 final: “COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”, es de fecha **11/03/2020**.

Se incluye, a continuación, un extracto del documento citado, en el que se mencionan líneas directrices en la UE sobre la Simbiosis Industrial (apartado 2.3) y las cadenas de valor clave donde se pretende actuar (apartado 3).



Figura 17: Nuevo plan de acción para la economía circular. Fuente: Comisión Europea. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1/language-es>

“2.3.-Circularidad de los procesos de producción

La circularidad es un aspecto esencial de la transformación, en un sentido más amplio, de la industria hacia la neutralidad climática y la competitividad a largo plazo. Puede producir cuantiosos ahorros materiales a lo largo de las cadenas de valor y los procesos de

producción, generar valor añadido y desbloquear oportunidades económicas. En sinergia con los objetivos establecidos en la estrategia industrial⁶, la Comisión favorecerá una mayor circularidad en el sector industrial mediante las acciones siguientes:

- al hilo de la revisión de la Directiva sobre emisiones industriales⁷, evaluar opciones que permitan fomentar una mayor circularidad de los procesos industriales, como la integración de las prácticas de la economía circular en los próximos documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles;
- facilitar la simbiosis industrial mediante el desarrollo de un sistema de notificación y certificación promovido por la industria, y posibilitar su puesta en práctica;
- apoyar al sector de base biológica circular y sostenible mediante la aplicación del Plan de acción para la bioeconomía.
- promover el uso de tecnologías digitales de localización, rastreo y mapeo de los recursos;
- promover la incorporación de tecnologías ecológicas gracias a un sistema de verificación concluyente, registrando el sistema de verificación medioambiental de las tecnologías de la UE como marca de certificación de la UE.

La nueva **Estrategia para las pymes**⁸ fomentará la colaboración industrial circular entre pymes a partir de las actividades de formación y asesoramiento en la Red Enterprise Europe sobre colaboración en agrupaciones, y de la transferencia de conocimientos a través del Centro Europeo de Conocimiento sobre Utilización Eficiente de los Recursos.

3. Cadenas de valor de los productos.

El reto de sostenibilidad que plantean las cadenas de valor clave reclama acciones urgentes, integrales y coordinadas que formen parte del marco para la política de productos sostenibles. Esas acciones contribuirán a la respuesta a la emergencia climática y alimentarán la estrategia industrial de la UE, así como las futuras estrategias de biodiversidad, «de la granja a la mesa» y forestal. Como parte de la gobernanza de las acciones sectoriales, la Comisión colaborará estrechamente con las partes interesadas en las cadenas de valor clave para determinar cuáles son los obstáculos a la expansión de los mercados de productos circulares y las formas de despejarlos.

3.1.- Electrónica y TIC

Con unas tasas de crecimiento anuales del 2 %, los flujos de residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos siguen situándose entre los que más rápidamente crecen en la UE. Se calcula que en la UE se recicla menos del 40 % de los residuos electrónicos⁹.

3.2.- Baterías y vehículos

La movilidad del futuro depende de las baterías y los vehículos sostenibles. A fin de conseguir un rápido aumento de la sostenibilidad de la nascente cadena de valor de las baterías para la electromovilidad y de incrementar el potencial circular de todas las baterías, la Comisión propondrá este año un **nuevo marco regulador para las baterías**.

⁶ COM(2020) 102.

⁷ Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (DO L 334 de 17.12.2010, p. 17).

⁸ COM(2020) 103.

⁹ https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_rt130&plugin=1

3.3.- Envases y embalajes

La cantidad de materiales utilizados para el envasado y el embalaje está aumentando incesantemente. En 2017, los residuos de envases en Europa alcanzaron la cifra sin precedentes de 173 kg por habitante. Para garantizar que, de aquí a 2030, todos los envases existentes en el mercado de la UE sean reutilizables o reciclables de una forma económicamente viable, la Comisión revisará la Directiva 94/62/CE¹⁰, **reforzando los requisitos esenciales obligatorios para que los envases estén permitidos en el mercado de la UE.**

3.4.- Plásticos

La **Estrategia de la UE para el plástico en una economía circular**¹¹ ha puesto en marcha un conjunto integral de iniciativas en respuesta a un desafío que suscita una gran inquietud pública. Sin embargo, como se espera que el consumo de plásticos se duplique en los próximos 20 años, la Comisión adoptará nuevas medidas específicas para hacer frente a los retos para la sostenibilidad que plantea este material omnipresente y seguirá promoviendo un enfoque concertado para luchar contra la contaminación provocada por los plásticos a escala mundial.

3.5.- Productos textiles

Los productos textiles ocupan el cuarto lugar en intensidad de utilización de materias primas y agua, tras los productos alimenticios, la vivienda y el transporte, y el quinto en emisiones de GEI¹². Se estima que menos del 1 % de los productos textiles del mundo se recicla en productos textiles nuevos¹³.

3.6.- Construcción y edificios

El entorno construido tiene repercusiones significativas en muchos sectores económicos, en el empleo local y en la calidad de vida. Exige ingentes cantidades de recursos y absorbe alrededor del 50 % de todos los materiales extraídos. El sector de la construcción es responsable de más del 35 % del total de los residuos generados en la UE¹⁴. Se estima que las emisiones de GEI resultantes de la extracción de materiales, la fabricación de productos de construcción, y la construcción y renovación de edificios oscilan entre el 5 % y el 12 % de las emisiones nacionales totales de GEI¹⁵. Una mayor eficiencia de los materiales podría suponer un ahorro del 80 % de esas emisiones¹⁶.

3.7.- Alimentos, agua y nutrientes

A pesar de que la cadena de valor alimentaria ejerce importantes presiones sobre los recursos y el medio ambiente, se estima que en la UE se pierde o se desperdicia el 20 % del total de los alimentos producidos. Ante esta situación, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en el contexto de la revisión de la Directiva 2008/98/CE¹⁷ a que se refiere la sección 4.1, la Comisión propondrá un objetivo

¹⁰ Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases (DO L 365 de 31.12.1994, p. 10).

¹¹ COM(2018) 28 final.

¹² AEMA, *Briefing report*, noviembre de 2019.

¹³ Ellen McArthur Foundation (2017), *A new Textiles Economy*.

¹⁴ Datos de Eurostat correspondientes a 2016.

¹⁵ <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer--aktuell-status/vaxthusgaser/>

¹⁶ Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N., IRP, (2020), *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*.

¹⁷ Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas (DO L 312 de 22.11.2008, p. 3).

sobre reducción del desperdicio de alimentos como una de las iniciativas esenciales de la Estrategia «de la granja a la mesa» que adoptará próximamente la UE, que tratará la cadena de valor alimentaria desde una perspectiva integral.

Como complemento al documento anterior, la Comisión publica el “ANEXO DE LA COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva”, de fecha 11/03/2020, donde se establecen plazos para las diferentes medidas clave propuestas.

En este anexo, recogido en la tabla que se muestra a continuación, se establece, como una de estas medidas clave, la puesta en marcha de un **Sistema de notificación y certificación promovido por la industria que facilite la SI**. La fecha para la puesta en marcha de la acción está establecida para el año **2022**.

Medidas clave	Fecha
UN MARCO PARA UNA POLÍTICA DE PRODUCTOS SOSTENIBLES	
<i>Propuesta legislativa para una iniciativa sobre una política de productos sostenibles</i>	2021
<i>Propuesta legislativa de empoderamiento de los consumidores en la transición ecológica</i>	2020
<i>Medidas legislativas y no legislativas que establecen un nuevo «derecho a la reparación»</i>	2021
<i>Propuesta legislativa sobre los fundamentos de las afirmaciones ecológicas</i>	2020
<i>Criterios y objetivos obligatorios de contratación pública ecológica (CPE) en la legislación sectorial e introducción progresiva de requisitos obligatorios de notificación sobre la CPE</i>	A partir de 2021
<i>Revisión de la Directiva sobre emisiones industriales, incluida la integración de las prácticas de la economía circular en los próximos documentos de referencia sobre las mejores técnicas disponibles</i>	A partir de 2021
<u>Puesta en marcha de un sistema de notificación y certificación promovido por la industria que facilite la simbiosis industrial</u>	<u>2022</u>

Tabla 2: Tabla de medidas relativas al COM (2020) 98 Final. Fuente: Comisión Europea.

3.3 Marco Normativo en la UE¹⁸.

Los estándares, por naturaleza, son voluntarios para ser implementados o no y cuyas propuestas pueden provenir de cualquier individuo, grupo, asociación o cualquier parte interesada que considere que un estándar en particular podría ayudar a abordar necesidades específicas, por lo que el marco de estandarización se adapta constantemente a las necesidades de la industria,

¹⁸ Proyecto SCALER: “Report on industrial symbiosis standardisation needs”. Junio '20.

usuarios o política (CIRCE, 2018). Por lo tanto, los estándares apoyan la competencia basada en el mercado y ayudan a garantizar la interoperabilidad de productos y servicios complementarios, al tiempo que reducen los costes (Sommer, 2020).

Se cuenta con una colección de **286 estándares publicados, nacionales e internacionales, que permiten la simbiosis industrial en la industria de procesos** (relacionados con los sectores A.SPIRE). Los elementos considerados para posibilitar la simbiosis industrial, se basan en operaciones sostenibles, que incluyen el uso innovador y eficiente de materiales y energía, reutilización y reciclaje de corrientes de residuos, diseño pionero de productos sostenibles, junto con el apoyo de tecnologías de transformación digital (tales como inteligencia artificial, 5G, nube, big data, Internet de las cosas y sistemas ciber físicos) e instrumentos financieros sostenibles.

Aproximadamente la mitad de las normas identificadas se relacionan con la industria química, con un enfoque sustancial en los plásticos, mientras que una cuarta parte se concentra en el sector de la ingeniería (principalmente electrónica). El 30% restante de las normas analizadas se aplica a los sectores de papel, cemento, metales no ferrosos, minerales, agua, cerámica y acero.

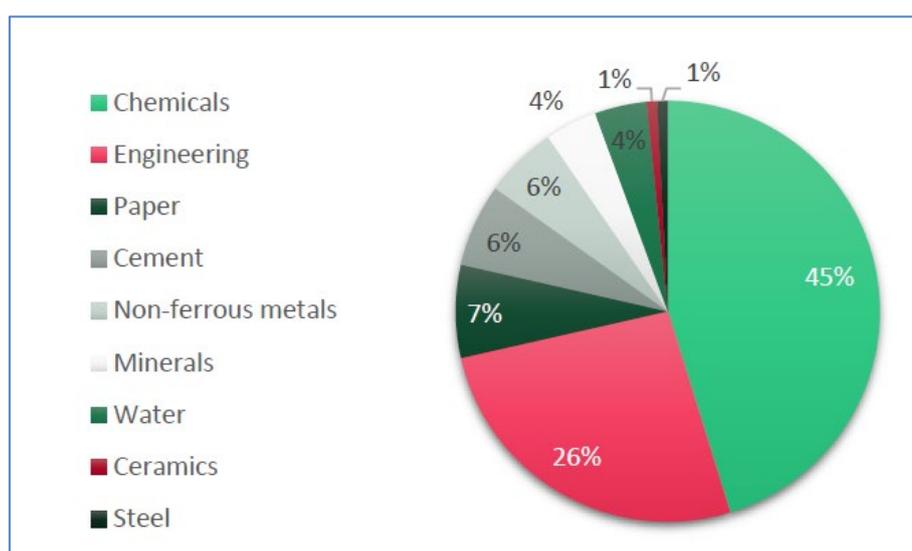


Figura 18: Distribución de la Normativa sobre SI en la industria de Procesos. Fuente: Proyecto Scaler.

El análisis cuantitativo de los estándares recopilados también muestra que el 85% de los estándares generales tienen un impacto a nivel de empresa / industria ('Micro'), el 10% tiene un impacto a nivel nacional, europeo o global - abordando información que resulta de interés y aplicación privados y públicos - ('Macro'), y el **5% restante de los estándares procesados, se enfocan en oportunidades y preocupaciones que impactan en parques eco-industriales o desarrollos regionales ('Meso')**.

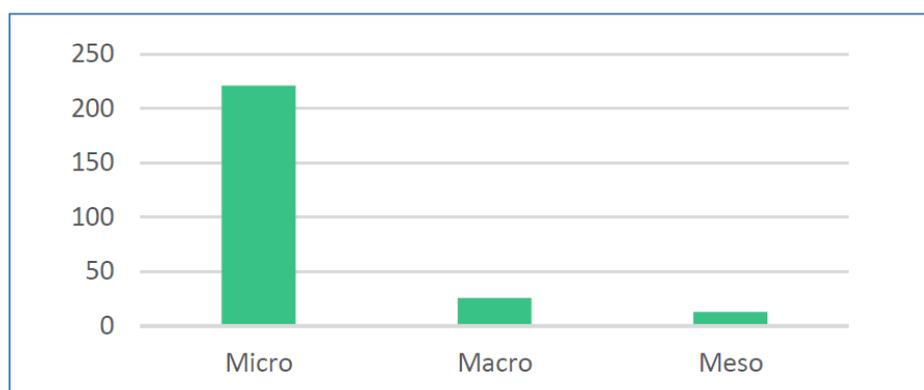


Figura 19: Distribución de la Normativa sobre SI por nivel de impacto. Fuente: Proyecto Scaler.

Se dispone de 46 estándares publicados actualmente por CEN-CENELC que abordan conceptos, actividades, metodologías, reportes, evaluaciones, entre otros, integrados en el sistema productivo de la industria de procesos para la economía circular, como la reducción (ej. -diseño), separación, reciclaje, recuperación, reprocesos, reacondicionamiento o rehabilitación, mantenimiento y reparación, reutilización, incineración, vertedero. La mayoría de estos estándares se definen para sectores industriales o materiales específicos, y alrededor del 30% se centran en plásticos. Por otro lado, existe una minoría de estándares aplicables en todos los sectores, enfocados en fases específicas del ciclo de vida de un producto. El mapa de los estándares generales en la UE se representa en la siguiente figura.

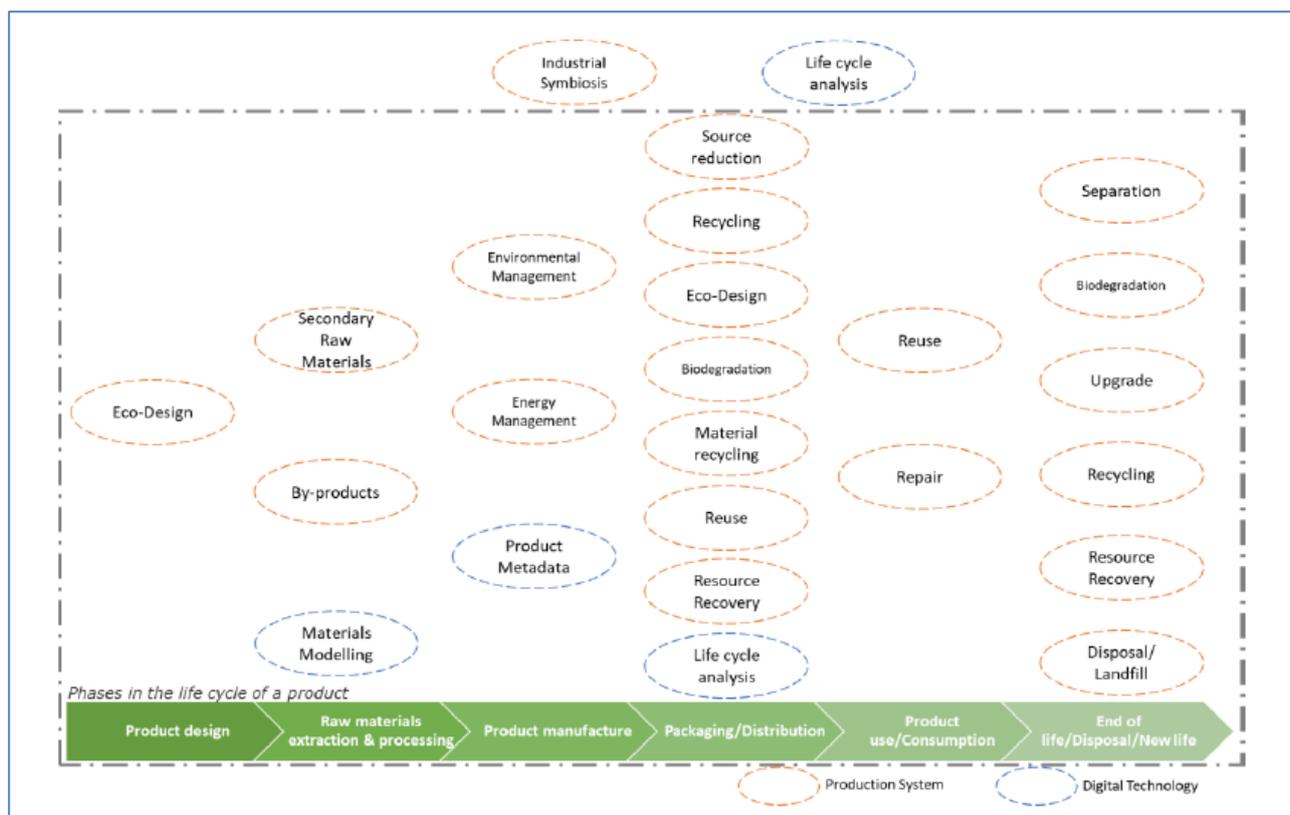


Figura 20: Mapa de las Normas de la UE relacionadas con la SI. Fuente: Proyecto Scaler.

Se cuenta con un par de estándares que ya están publicados en forma de Acuerdos de Taller de Trabajo CEN (CWA), que resultan de interés general a nivel europeo general, para el sistema de producción y la tecnología digital. Dichos estándares corresponden a CWA 17354: 2018 “**Simbiosis industrial: elementos centrales y enfoques de implementación**”, y CWA 17284: 2018 “Modelado de materiales: terminología, clasificación y metadatos”.

Los estándares son una herramienta poderosa que respalda a las empresas con procesos, procedimientos y conocimientos estándar. Esto ayuda a desbloquear la innovación dentro de las organizaciones, facilitando el acceso al mercado, la difusión y transferencia de tecnologías y la flexibilidad de gestión. La normalización ha jugado un papel principal en Europa, al crear un mercado único y definir un camino hacia una mejor regulación y mejora de la competitividad de la industria europea (Sommer, 2020). Sin embargo, el contenido de estandarización actual todavía carece de un marco integral y rentable, que aborde y proporcione una cadena de valor circular a los productos comercializados en la UE, al tiempo que se vuelve cada vez más sostenible y amplía la implementación de la simbiosis industrial.

3.4 Ejemplo de Norma relativa a la SI: CWA 17354: 2018

El estándar CWA 17354: 2018 “**Simbiosis industrial: elementos centrales y enfoques de implementación**” es un documento denominado “Acuerdo de Taller de trabajo” (CWA, por sus siglas en inglés), elaborado por el CEN (Comité Europeo de Normalización) en diciembre de 2018.

Como se indica en este documento, sus objetivos son: “apoyar la adopción generalizada de enfoques de buenas prácticas comprobados a través de la implementación por medio del avance en el entendimiento mutuo de los actores (público, privado, tercer sector y comunidad) que actualmente utilizan el término simbiosis industrial de diferentes maneras. Este CWA está destinado a ayudar a los actores anteriores a considerar e implementar la simbiosis industrial.”

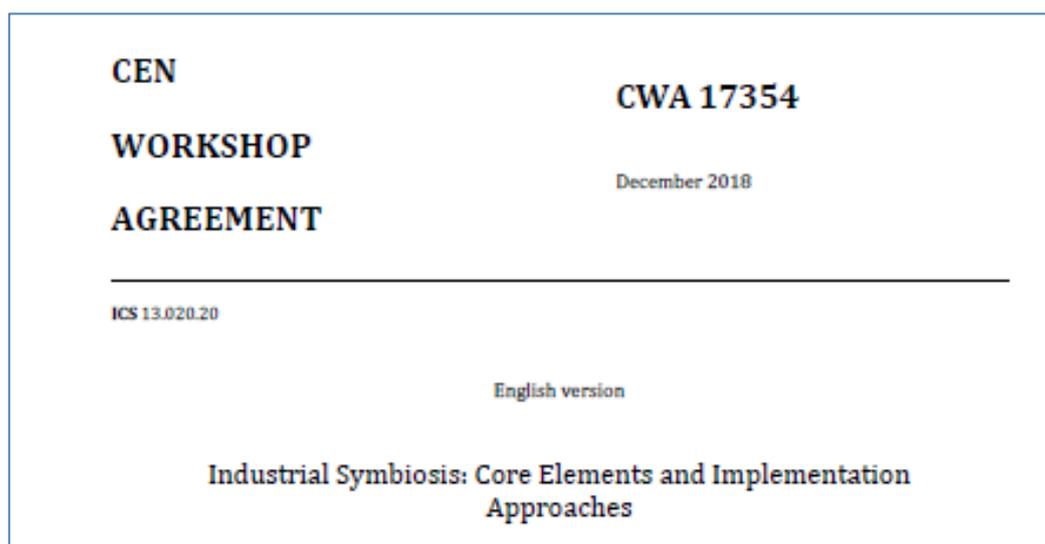


Figura 21: Extracto de la portada del CWA 17354:2018

Se trata de un documento de 21 páginas, con los siguientes apartados:

1. Alcance.
2. Referencias normativas.
3. Términos, definiciones y abreviaturas.
 - 3.1 Términos y definiciones.
 - 3.2 Abreviaturas.
4. Elementos centrales de la simbiosis industrial.
5. Impulsores de la simbiosis industrial.
6. Enfoques de la simbiosis industrial NOTA.
7. Implementación de simbiosis industrial: buenas prácticas.
 - 7.1 Factores que habilitan las buenas prácticas.
 - 7.2 Acciones que representan buenas prácticas.
- Bibliografía.

El enlace a la página Web de CENELEC para la obtención de este documento es el siguiente: <https://www.cenelec.eu/research/CWA/Pages/default.aspx>

4 LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EUROPA.

En Europa, podemos encontrar numerosos focos de simbiosis industrial que se distribuyen en diferentes países, y la mayoría de los casos descritos en la literatura se encuentran en el norte y noroeste de Europa que, junto con Reino Unido conforman el mayor número de casos. Esto se debe, en el caso del Reino Unido, al programa voluntario que el gobierno ha lanzado para ayudar a las empresas a encontrar socios para utilizar sus residuos como materia prima, denominado Programa Nacional de Simbiosis Industrial (NISP en inglés). Finlandia también tiene varios casos de simbiosis, en gran parte derivada de la fuerte presencia de la industria de la pulpa y el papel, que ha impulsado la creación de relaciones de sinergia.

En este capítulo se realiza, en primer lugar, un análisis global de la SI en Europa, desde diferentes enfoques:

- Por tipología de redes (autoorganizadas, facilitadas, planificadas).
- En función de su distribución geográfica y alcance.
- Por tipos de flujos de residuos y distancia entre las empresas participantes en la SI.

A continuación, se presentan cuatro casos relevantes en Europa respecto a SI y que incluyen polígonos/parques industriales en su ejecución. Se trata de buenas prácticas de referencia, ya consolidadas y con éxito sostenido en el tiempo. Se incluye, en cada uno de ellos, la dirección web que permite verificar y ampliar la información proporcionada, así como enlace a algún video explicativo de la buena práctica.

Por su cercanía a España, se ofrecen varios ejemplos de buenas prácticas de SI, específicos de Portugal, y que se refieren, en la parte de residuo generado, al sector de construcción (simbiosis entre empresas cementeras y empresa de valorización material o energética de residuos), al sector papel (simbiosis entre productor de celulosa y propiedades forestales), al sector energético (simbiosis entre central eléctrica de carbón y fabricación de materiales de construcción) y, un último caso entre la industria de la pulpa y el papel y empresas de construcción.

Por la gran variedad de buenas prácticas existentes en Europa sobre SI, en el apartado 4.4. se ofrecen 12 casos relativos a diferentes países y que implican a polígonos/parques industriales. Se añade, en este apartado, un resumen más breve de otros cinco casos, con indicación de la zona donde se ha desarrollado, cómo se materializó la SI y referencia bibliográfica sobre la buena práctica.

Como añadido a los casos antes indicados, en el **anexo 4** de este estudio se muestra un listado de otros proyectos de Simbiosis Industrial de Europa a nivel Meso (relativos a polígonos o parques industriales o de ámbito local y regional). Los datos mostrados en este anexo son:

- País.
- Nombre de la Red de SI.
- Tamaño de la Red.
- Alcance de la Red.
- N° de sinergias identificadas.
- N° de Simbiosis industriales completadas.
- Tipo de Red (facilitada / planificada / autoorganizada).
- Beneficios económicos cuantificados.
- Beneficios sociales.

- Beneficios ambientales obtenidos.

Se considera relevante, y por ello se menciona en esta guía, el hacer referencia, en el apartado 4.5 a:

- Redes europeas sobre SI.
- Proyectos europeos relacionados con la SI, en varios de los cuales participan empresas españolas.
- Herramientas de conocimiento sobre SI.

Toda la información ofrecida permite tener una visión global de la SI en Europa que puede ser empleada como referencia y fuente de consulta para el desarrollo de actividades de SI en el tejido de las empresas de los Polígonos Industriales de Castilla y León.

4.1 Análisis de la SI en Europa.

En este apartado se realiza un análisis global de la situación de la SI en Europa atendiendo a los siguientes aspectos:

- Tipología de Redes.
- Distribución geográfica y alcance.
- Tipos de flujos de residuos y distancia.

4.1.1 Por tipología de Redes.

Existen, en Europa, numerosos ejemplos de actividad de SI, siguiendo las tres tipologías de redes mencionadas en el apartado 2.4:

- Redes autoorganizadas.
- Redes facilitadas.
- Redes planificadas.

4.1.1.1 Redes autoorganizadas.

La mayoría de los ejemplos de **redes autoorganizadas** provienen de países del Norte y se remontan a la década de 1960 o antes. Entre las redes autoorganizadas, el caso de **Kalundborg** generalmente se conoce como un modelo para SI. La actividad de SI fue inicialmente motivada por la **escasez de agua dulce** para el sector manufacturero en el área e impulsada por beneficios económicos y oportunidades de ahorro de costes, generalmente vinculados al desarrollo común de infraestructura. La reutilización del **calor residual, el vapor y la energía** creó oportunidades adicionales para que las empresas profundizaran la colaboración. También es importante señalar que la mayoría de las empresas de la red inicial de Kalundborg eran y siguen siendo líderes en sostenibilidad en sus sectores y hubo un diálogo abierto entre directores ejecutivos sobre cuestiones de sostenibilidad empresarial coordinado a través de una red social informal (Domenech y Davies, 2011).

Sobre la base de la experiencia de Kalundborg y la adopción generalizada de redes de calefacción urbana, se han establecido una serie de iniciativas de **parques eco-industriales** y redes de sistemas de información en Escandinavia y países vecinos. Tienden a tener un fuerte enfoque en la reutilización de energía y calor residual a través de sistemas combinados de calor y energía

(CHP), redes de calefacción urbana y otras oportunidades para reutilizar este calor residual. Se han puesto en marcha instrumentos específicos para favorecer este tipo de sinergias. En Suecia, por ejemplo, los planes de inversión local (LIP) y el Programa de Inversión Climática (KLIM) han financiado proyectos de SI. Los objetivos de los programas incluyen promover sistemas ecológicamente eficientes, aumentar la reutilización de recursos energéticos y materiales y mejorar la circularidad de los nutrientes. Se invita a las autoridades locales a desarrollar estrategias locales en colaboración con las partes interesadas locales en proyectos que generalmente tienen una duración de 3 a 4 años. LIP y KLIM generalmente proporcionan el 30% de la financiación para infraestructuras físicas y han contribuido a financiar proyectos en **Händelo y Lindberg**, donde, por ejemplo, el calor residual de una fábrica de cartón se envió a una red de calefacción urbana.

También se han desarrollado en varias regiones iniciativas de SI en sectores clave como la industria forestal y el papel, productos químicos, metales, minería y materiales de construcción. Son comunes los ejemplos de actividad de SI entre los **sectores de la madera y la pulpa** y el papel en países como Suecia y Noruega. En un análisis de la industria forestal en Suecia, Wolf y Petersson (2007) encontraron que más de un tercio de la industria forestal sueca investigada en el estudio mantenía transacciones de SI con empresas vecinas, que implicaban energía, calor e intercambio de materiales.

A partir del análisis, las redes autoorganizadas parecen compartir algunos puntos en común:

- 1) operan a nivel de polígono industrial o local;
- 2) generalmente están vinculados a una agrupación de actividades manufactureras, con algunos sectores primarios involucrados;
- 3) han surgido como transacciones habituales en países donde la licencia social para operar está determinada por una mayor conciencia ambiental y marcos regulatorios ambientales más estrictos; También es común el estar impulsado por actores privados, pero con el apoyo y la participación del gobierno local. Redes como Kalundborg (Dinamarca), **Harjavalta (Finlandia)**, **Landskrona (Suecia)**, **Kemi-Tornio (Finlandia)** y **Handelo (Suecia)** siguen este patrón.

Estiria, en Austria, es otro ejemplo de una red autoorganizada de larga duración. Se han desarrollado algunos mecanismos de coordinación a lo largo de los años para promover un mayor desarrollo de la red, sin embargo, la mayor parte de la actividad de reciclaje / subproductos se desarrolla como transacciones bilaterales de mercado (Posch, 2010). Estiria aloja un **gran clúster de fabricación**, así como el "Valle de la tecnología verde" y abarca actividades que van desde la **agricultura y el procesamiento de alimentos; industrias de la madera, metal, papel, textil y plástico; y producción de energía**. También se ha informado de actividad autoorganizada de SI en clústers químicos en Alemania.

4.1.1.2 Redes facilitadas.

También se han desarrollado en Europa **redes facilitadas**. **NISP UK** es, quizás, el ejemplo más citado de modelo facilitado, para el cual se monitorizaron los beneficios logrados. NISP informó de que se evitó el envío de 45 millones de toneladas de residuos del vertedero, 39 millones de toneladas en ahorros de CO₂, 58 millones de toneladas de materias primas vírgenes ahorradas y ahorros de costes para la industria de € 1,21 mil millones durante el período 2005-2013 (NISP, 2013). El modelo de facilitación adoptado por NISP se ha replicado en otras regiones bajo diferentes estructuras de financiamiento.

Un ejemplo de una red facilitada de larga data en Europa es el IS de Irlanda del Norte (anteriormente **NISP NI**), financiado por la agencia de desarrollo empresarial Invest Northern Ireland. El programa, que se basa en el modelo NISP, celebró su décimo aniversario en 2017. IS NI ha informado de ahorros de costes de alrededor de £ 9 millones, ventas adicionales de £ 13,5 millones e inversión privada de £ 1,88 millones desde 2007. Desvió 392.000 toneladas del vertedero y contribuyó a la reducción de CO₂ en 261.510 toneladas (Invest Northern Ireland, 2018). NISP Scotland (anteriormente **SISP**) se inició en 2007, también siguiendo el modelo NISP. El programa registró

312.295 toneladas de desviación de vertederos, 194.183 toneladas de ahorro de CO₂ y ahorros de costes para la industria de alrededor de 4,65 millones de euros desde 2007 hasta su finalización en 2012 (NISP, 2013).

Otras iniciativas facilitadas se han lanzado en Europa en la última década. Tienen diferentes ámbitos geográficos y se inspiran en diferentes modelos de facilitación. La mayor parte de la nueva actividad facilitada se ha concentrado en países de Europa del Este (como Polonia, Hungría, Rumanía, Eslovaquia y, recientemente, Eslovenia), con otros ejemplos relevantes en el norte y centro de Europa (Bélgica, Francia, Dinamarca y Finlandia) y el sur de Europa (Italia, España).

Algunos de ellos han estado activos durante un corto período de tiempo, **vinculados a un proyecto y una corriente de financiación específica** (Life +, SPIRE, H2020, INTERREG y otros fondos europeos, regionales y nacionales), pero no han logrado transitar hacia modelos comerciales después de que la financiación ha terminado. Ejemplos de esto incluyen programas en Polonia, Hungría, Rumanía y Finlandia. En el caso de Hungría, Finlandia y Dinamarca, los posibles seguimientos de los programas se encuentran actualmente en discusión o en espera de aprobación presupuestaria.

4.1.1.3 Redes planificadas.

Ejemplos de **redes planificadas** también pueden encontrarse en diferentes áreas de Europa. Generalmente **adoptan la forma de parques eco-industriales o proyectos de regeneración de zonas industriales** abandonadas.

El **London Sustainability Industries Park**, en Dagenham Dock (Londres), es un ejemplo de iniciativa de arriba hacia abajo para fomentar la regeneración de la zona industrial que forma parte del “London Green Entrepreneurial District”, inicialmente dirigida como parte de “Thames Gateway Development Corporation”. y posteriormente por el municipio de Barking y Dagenham y la Autoridad del Gran Londres (GLA). La visión del desarrollo se remonta a 2005 y trató de fomentar un grupo de tecnologías limpias que aprovecharían su ubicación para transformar los flujos de desechos de la ciudad de Londres nuevamente en recursos. A pesar de un comienzo lento, el trabajo de construcción se completó en 2012 y el área ha atraído a varios cientos de instalaciones en el área de gestión de residuos y reciclaje, incluida una recicladora de plástico de circuito cerrado, una planta de gasificación y dos biorreactores AD. También en el Reino Unido, una pequeña iniciativa con un enfoque. sobre la provisión de unidades de negocio energéticamente eficientes es el parque industrial “Dyfi Eco-industrial” en Gales.

En Alemania ha habido una serie de iniciativas diferentes para construir Parques Cero Emisiones en Bolton, Bremen y Kaiserslautern.

En Portugal, el **parque industrial Relvao** se desarrolló como una APP para fomentar la revitalización de la zona y la agrupación de actividades en torno al reciclaje y recuperación de diferentes tipos de materiales como plásticos, biomasa, residuos sanitarios y textiles (Costa y Ferrao, 2010).

Los intentos de Fomentar las redes de SI a través de iniciativas planificadas también se pueden encontrar en Europa Central, como **Ecopark Terneuzen**, en los Países Bajos, y en el sur de Europa, como las áreas industriales ecológicamente equipadas en Italia en la región de Marche.

4.1.2 Distribución geográfica y alcance.

Se detectan focos de SI en diferentes regiones de Europa. Como se ha mencionado anteriormente, el norte y el centro de Europa concentran la mayoría de los ejemplos de SI autoorganizado. Sin embargo, se identifica que la actividad bilateral y multilateral es común en los clústeres de fabricación en toda Europa, en muchos casos vinculada a una regulación más estricta y a incentivos para disminuir los residuos del vertedero.

También se han desarrollado intentos de reproducir oportunidades a través de redes facilitadas en toda Europa, incluidos los países de Europa del Este y el Sur de Europa. **Las iniciativas planificadas, generalmente a escala local, han adoptado en la mayoría de los casos la forma de desarrollos de parques eco-industriales y zonas ecológicamente equipadas.**

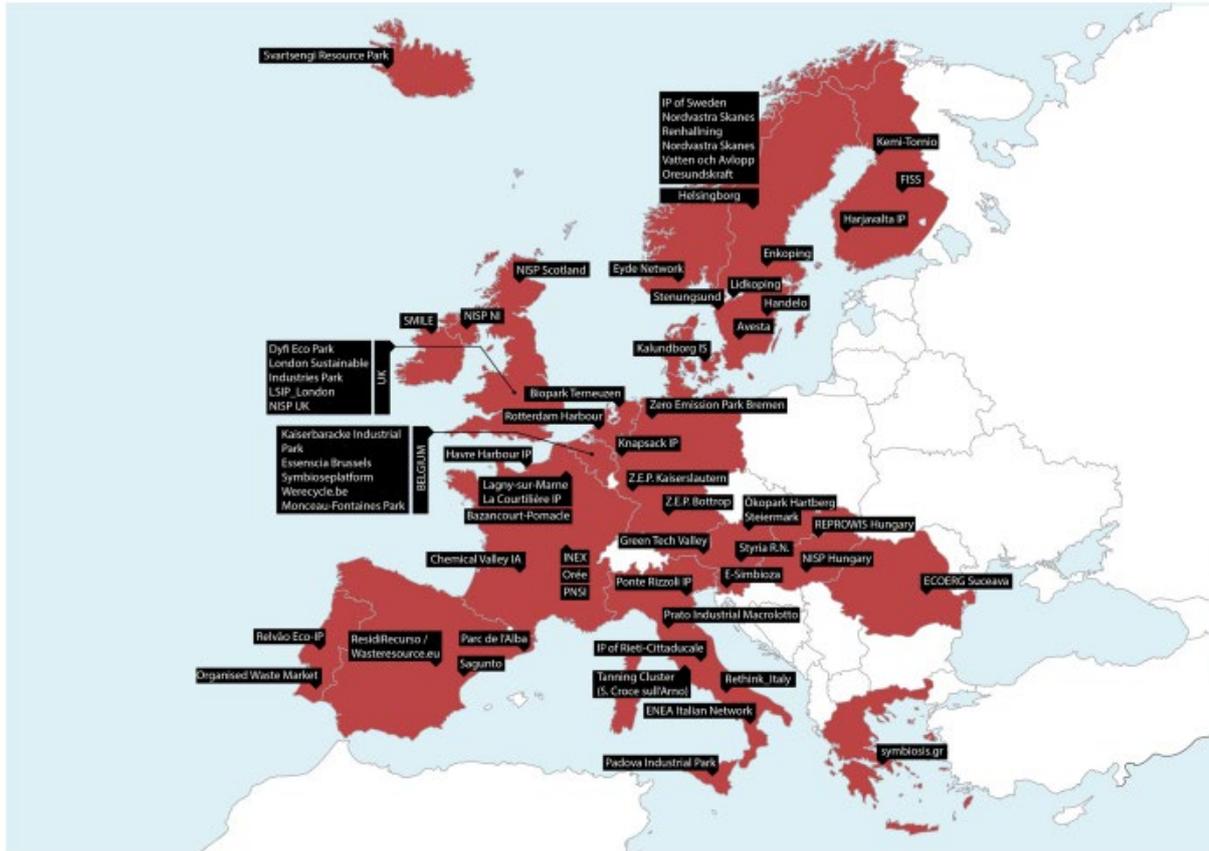


Figura 22: Ejemplo de Mapa de SI en Europa: Fuente: Mapping Industrial Symbiosis Development In Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. 2018

Al observar el alcance geográfico de las redes, éste también varía considerablemente según las tipologías de redes.

Las **redes autoorganizadas** tienden a tener un alcance local. La mayoría de los miembros principales **generalmente involucran a empresas vecinas**, aunque, en algunos casos, las transacciones pueden ir más allá de los límites de la red, dependiendo de:

- 1) el tipo de flujo de desechos / subproducto;
- 2) costes de transporte y
- 3) valor de mercado de materiales secundarios.

Las **redes planificadas** también **son predominantemente locales**, ya que generalmente incluyen el intercambio de infraestructuras y servicios.

La **actividad facilitada** ha demostrado que puede funcionar a diferentes escalas con programas nacionales, como el antiguo National Industrial Symbiosis (NISP), en el Reino Unido, y programas en Hungría, Finlandia, Francia o Dinamarca que han tratado de promover las sinergias de SI a nivel nacional, en muchos casos complementados con iniciativas o programas regionales (siguiendo la metodología del NISP del Reino Unido).

La escala de las redes de SI depende de:

- 1) los flujos de información con respecto a los tipos de desechos / subproductos producidos por otras empresas / instalaciones;
- 2) comprensión de las oportunidades derivadas de las transacciones de SI y
- 3) conocimientos y recursos para implementar las sinergias de SI. Estos elementos requieren un grado de colaboración entre las empresas para favorecer la comunicación y la voluntad de encontrar soluciones colectivas.

Estos elementos es probable que surjan espontáneamente entre empresas que comparten el mismo lugar, pero es menos probable que sucedan cuando las actividades no se ubican conjuntamente, a menos que haya un tercero que actúe como coordinador y centralice la información para identificar oportunidades. Otro factor clave que influye en la escala geográfica de las redes son los costes de transacción, que incluyen no solo los de transporte, sino también los de intermediación y negociación. Esto es muy relevante en el caso de SI, donde el valor marginal de los flujos de desechos tiende a ser bajo o incluso cero o negativo en algunos casos (por ejemplo, desechos de Construcción y Demolición).

4.1.3 Tipos de flujos de residuos y distancia

Los tipos de flujos de residuos intercambiados en la red dependen de la composición sectorial de la red. Entre los principales recursos, que son comunes a la mayoría de las redes, se encuentran:

- **los productos químicos (p. Ej., Productos químicos de base),**
- **biomasa y subproductos agrícolas,**
- **madera y pellets de madera,**
- **plásticos,**
- **materiales de construcción reutilizables,**
- **equipos, desechos inertes.**
- **agua (diferentes calidades incluyendo agua industrial), calor residual y vapor.**

El papel que juega la distancia en la SI depende en gran medida del tipo de recurso, ya que los diferentes recursos tienen un radio sustancialmente diferente para la actividad de SI. El alcance geográfico de los diferentes tipos de recursos depende de:

- 1) el tipo de flujo de desechos y sus características físicas y químicas;
- 2) valor del flujo de residuos y
- 3) distribución geográfica de las instalaciones de recuperación de recursos.

En términos generales, los desechos voluminosos de bajo valor, como los desechos de construcción y demolición (C&D), tienden a estar restringidos a transacciones locales (ciudad/área metropolitana), mientras que los recursos de bajo volumen y alto valor, como el cobalto, pueden tener un mercado internacional. Los intercambios de vapor y calor residual están necesariamente restringidos al nivel local, ya que no pueden transportarse a largas distancias. Los metales comunes como el acero y el aluminio generalmente se comercializan en los mercados locales/regionales, mientras que los metales y minerales más valiosos y escasos pueden viajar distancias considerables.

Estos hallazgos parecen estar en línea con Jensen (2016), que explora el papel de la distancia geográfica y la diversidad industrial como variables clave que influyen en el radio de viaje de los recursos intercambiados. Jensen (2016) encontró:

- 1) alta correlación entre el área de actividad industrial y la presencia de sinergias completadas;
- 2) la distancia recorrida por los recursos fue en promedio de 34 km;
- 3) las sinergias donde la distancia fue superior a 34 km tienden a ocurrir en áreas con menor diversidad geoespacial (Jensen, 2016).

De manera similar, Velenturf y Purnell (2017), basados en un estudio de caso en la región de Humber (Reino Unido), concluyen que:

- 1) la mayoría de las empresas pueden identificar usuarios potenciales de sus recursos y subproductos a partir de contactos directos y
- 2) que el 73% de sinergias tienden a ocurrir dentro de un radio de 120 km.

4.2 Casos relevantes de Buenas Prácticas europeas de SI en polígonos o parques industriales (nivel meso) y a nivel macro.

En este apartado se presenta un resumen de casos relevantes relativos a la Simbiosis Industrial en Europa y que implican a Polígonos y Parques Industriales. Estos casos son:

- KALUNBORG SYMBIOSIS, Dinamarca.
- KUJALA WASTE CENTRE, Lathi, Finlandia.
- NORRKÖPING INDUSTRIAL SYMBIOSIS NETWORK, Suecia.
- NISP, Reino Unido.

4.2.1 KALUNDBORG SYMBIOSIS, Dinamarca.

Página web: <http://www.symbiosis.dk/en/>

En los siguientes enlaces se ofrecen dos videos explicativos de las características del Parque Industrial de Kalundborg:

<http://www.symbiosis.dk/en/kalundborg-symbiosis-vision-and-goals-2018/>

<https://www.youtube.com/watch?v=bs1dTeQhKYQ>

El modelo más conocido en Europa de simbiosis industrial es el **Parque Industrial de Kalundborg** en Dinamarca. El parque se construyó sin un propósito “simbiótico”, pero una asociación de las principales empresas, junto con la colaboración y supervisión del gobierno regional condujo a una colaboración efectiva entre empresas adyacentes.

KALUNDBORG SYMBIOSIS es una asociación entre once empresas públicas y privadas en Kalundborg, Dinamarca. Además, trabajan en estrecha colaboración con el proyecto Biopro.

Kalundborg Symbiosis se basa en la reutilización de materiales, aguas residuales / de proceso y el exceso de calor energético con un enfoque circular que utiliza corrientes de recursos residuales.

La historia de la simbiosis en Kalundborg comenzó en 1961 con planes para utilizar el agua del lago Tissø con fines industriales. Hoy, en Kalundborg, las aguas residuales de la industria se utilizan para la producción de biogás, bombas de calor para calefacción urbana y hay un debate para analizar la eliminación y producción de fósforo y nitrógeno. La empresa de servicios públicos Kalundborg participa en tres tipos principales de corrientes de agua en la simbiosis de Kalundborg. En primer lugar, la empresa suministra agua superficial tratada y sin tratar en dos calidades, desde el lago Tissø hasta Novo Nordisk y Novozymes (fábricas farmacéuticas y de enzimas). Mediante el uso de agua superficial, se preservan los escasos recursos de agua subterránea. En segundo lugar, la empresa recibe aguas residuales industriales y domésticas, que se limpian en una de las plantas

de tratamiento de aguas residuales más avanzadas de Europa en Kalundborg. Aquí, las aguas residuales complejas de la industria se pueden tratar en uno de los muchos procesos especializados, que incluyen una planta de ozono y la tecnología del reactor de biopelícula de lecho móvil (MBBR). La planta de ozono se construyó en 2002 y fue cofinanciada por Novozymes y Novo Nordisk. En ese momento, era necesario hacer uso de esta mejor tecnología disponible para cumplir con los requisitos legales de calidad de descarga. Desde entonces, la industria ha desarrollado su pretratamiento de las aguas residuales, y hoy Kalundborg Utility solo opera la planta de ozono durante picos que ocurren raramente.

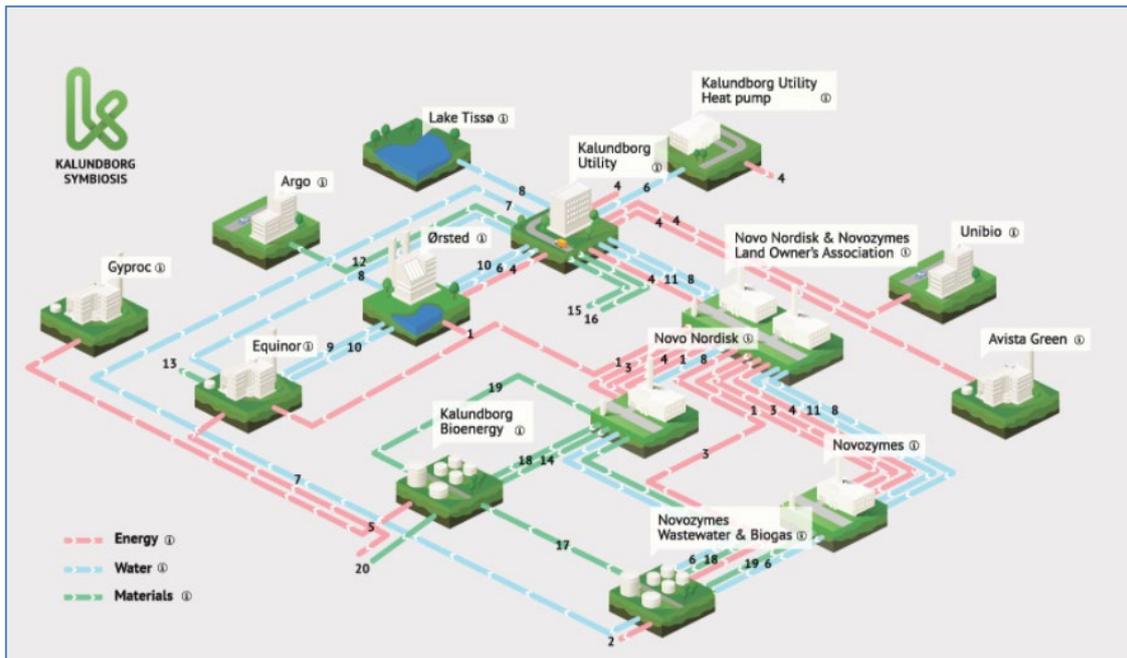


Figura 23: Kalundborg Symbiosis. Fuente: www.symbiosis.dk/en

En la siguiente figura se pueden ver las cifras de ahorros anuales que se obtienen de esta S.I.:

What makes it really innovative? The partners of Kalundborg Symbiosis have worked together since the 1960's, resulting in a collaborative approach and openness to new symbiosis opportunities.

The Result: every year the combined benefits for the partners are:

- Bottom-line savings of 24 million EUR
- 14 million EUR in socio-economic savings
- 635,000 tons of CO2
- 3,6 million m3 water
- 100 GWh of energy
- 87,000 tons of materials

Figura 24: Ahorros anuales en Kalundborg Symbiosis. Fuente www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/effective-industrial-symbiosis

Entidades participantes.

- Argo
- Avista Green
- BIOPRO
- Equinor Refining Denmark
- Gyproc Saint Gobain Denmark
- Kalundborg Bioenergy
- Kalundborg Utility
- Kalundborg Municipality
- Novozymes
- Novo Nordisk
- Ørsted

Para convertirse en la principal simbiosis industrial del mundo con un enfoque económico circular, la colaboración se basa en la confianza, la confidencialidad, la apertura, la igualdad y la cooperación. La misión de Kalungbor Symbiosis es generar desarrollo sostenible en las empresas integrantes, a través de proyectos conjuntos, con el objetivo de tener diez proyectos económicos circulares completamente implementados para el año 2025.

En este sentido, Kalundborg Symbiosis interviene, actualmente (2020) en un par de proyectos de la UE relacionados con simbiosis, tratamiento de residuos y transición verde. Se comenta, a continuación, el proyecto BIS.

Baltic Industrial Symbiosis (BIS)

El proyecto promueve la simbiosis industrial, un concepto para el desarrollo regional sostenible, en toda la región del Mar Báltico.

El proyecto establece un intercambio entre pares para los profesionales de la simbiosis industrial. Desarrolla nuevos modelos comerciales y financieros y establece el Consejo de Simbiosis Industrial BSR como plataforma para el diálogo y el aprendizaje de políticas.

En el proyecto Baltic Industrial Symbiosis, socios de Dinamarca, Suecia, Noruega, Finlandia, Polonia y Rusia están trabajando juntos para promover la simbiosis industrial en la región del Mar Báltico y más allá. En general, el proyecto genera conocimiento y capacidad entre los actores de la innovación para acelerar el desarrollo de la simbiosis industrial a través de la cooperación basada en la práctica.

Duración del proyecto: enero 2019 a junio 2021.

Página Web del proyecto: www.symbiosecenter.dk/BIS

Fruto del proyecto BIS, en la página web que se menciona a continuación, se ofrecen ejemplos de aplicaciones de Simbiosis industrial de materiales: <https://symbiosecenter.dk/project/bis-publications/>

4.2.2 KUJALA WASTE CENTRE EN LATHI, Finlandia.

Página web: <https://www.phj.fi/in-english/>

La empresa de gestión de residuos (PHJ) ha empleado los principios de la simbiosis industrial en la ciudad de Lahti para optimizar el procesamiento, el tratamiento y el reciclaje de residuos. Su proyecto Kujala Waste Centre ha logrado ubicar **varios negocios relacionados con los residuos en un solo lugar**, que se extiende sobre 70 hectáreas para permitir que los productos de una se transfieran fácilmente a otra para su reutilización o posterior procesamiento.

En 1993 se fundó la empresa de gestión de residuos (PHJ) y hoy en día es propiedad conjunta de 10 municipios. Sirve un área con más de 200.000 residentes, miles de residentes de verano y cerca de 13.000 empresas.

La tarea de la empresa es gestionar los servicios municipales de gestión de residuos en nombre de sus municipios de la forma más completa, eficiente y rentable posible.

Cada año se reciben aproximadamente 200.000 toneladas de residuos. Casi el 100% de los residuos recibidos en el Centro de Residuos de Kujala se recuperan cada año. Después de un procesamiento adecuado, los residuos se recuperan como material reciclado o se utilizan en la producción de energía. Sólo una fracción de los residuos se elimina en un vertedero, de acuerdo con los requisitos medioambientales.

Los tipos de residuos que se gestionan son:

- Bio residuos.
- Desperdicios de energía.
- Residuos mixtos.
- Papel.
- Residuos de envases de cartón.
- Metal.
- Residuos de envases de plástico.
- Equipo eléctrico.
- Residuos de jardín.
- Residuos peligrosos.
- Medicamentos.
- Muebles y otros artículos voluminosos.
- Residuos de construcción y reformas.

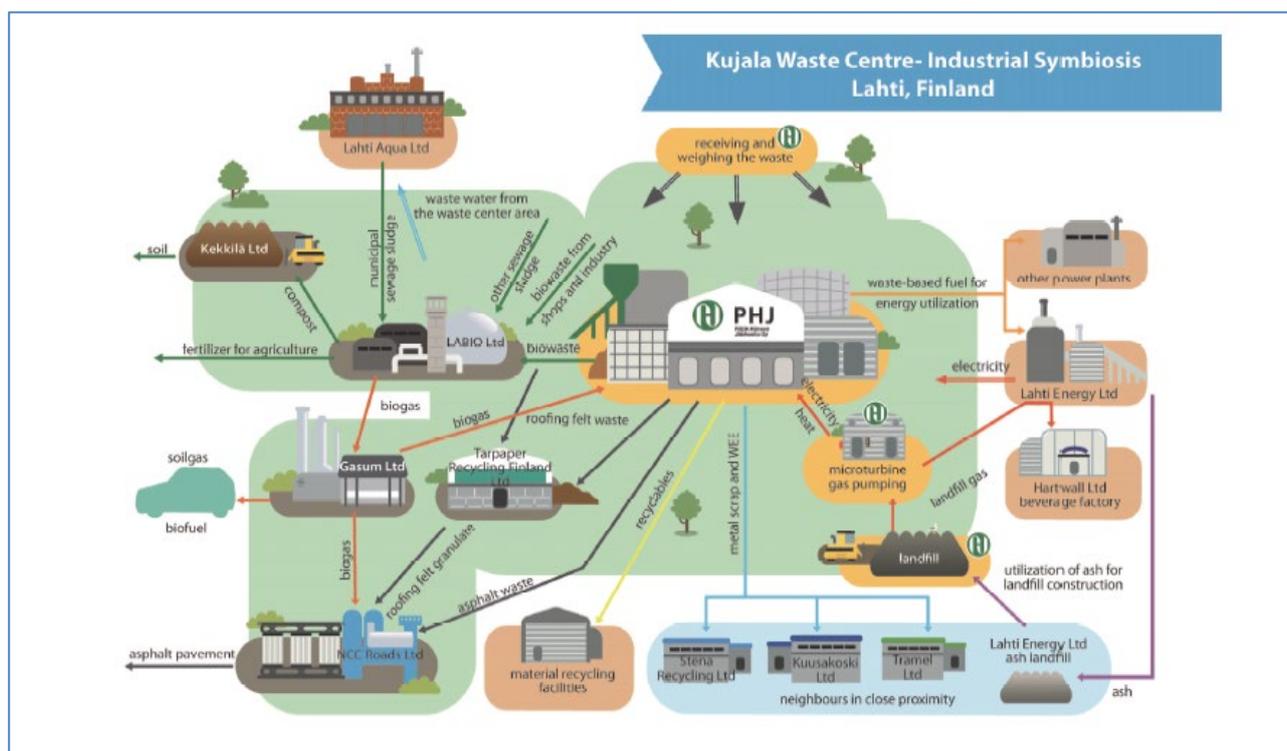


Figura 25: Flujo del Centro de Residuos de Kujala. Fuente: <https://www.phj.fi/in-english/>

4.2.3 NORRKÖPING INDUSTRIAL SYMBIOSIS NETWORK, Suecia.

Página web: <http://www.industriellekologi.se/symbiosis/norrkoping.html>

La red de simbiosis industrial en Norrköping, Suecia, es un ejemplo revelador de cómo las **actividades industriales, urbanas y agrícolas** integradas sinérgicamente pueden desempeñar un papel clave para mejorar la sostenibilidad regional. Además de mejorar significativamente la eficiencia en el uso de recursos y el desempeño económico y ambiental asociado, la red en Norrköping reduce la dependencia regional de los recursos fósiles y contribuye al desarrollo de la bioeconomía.

Situado en la desembocadura del río Motala Ström y en una ensenada del mar Báltico, el municipio de Norrköping tiene 130 000 habitantes. Norrköping ha sido históricamente un **centro industrial, conocido por sus industrias textiles** e incluso apodado "Manchester de Suecia". Actualmente, esta ciudad portuaria alberga importantes servicios logísticos, industrias que trabajan con productos agrícolas y forestales, así como reciclaje, y alberga un campus de la Universidad de Linköping.

Norrköping también alberga una red de simbiosis industrial que incluye una amplia gama de actores del sector público y privado conectados simbióticamente. Los actores clave de esta red y sus conexiones sinérgicas se muestran en el siguiente diagrama.

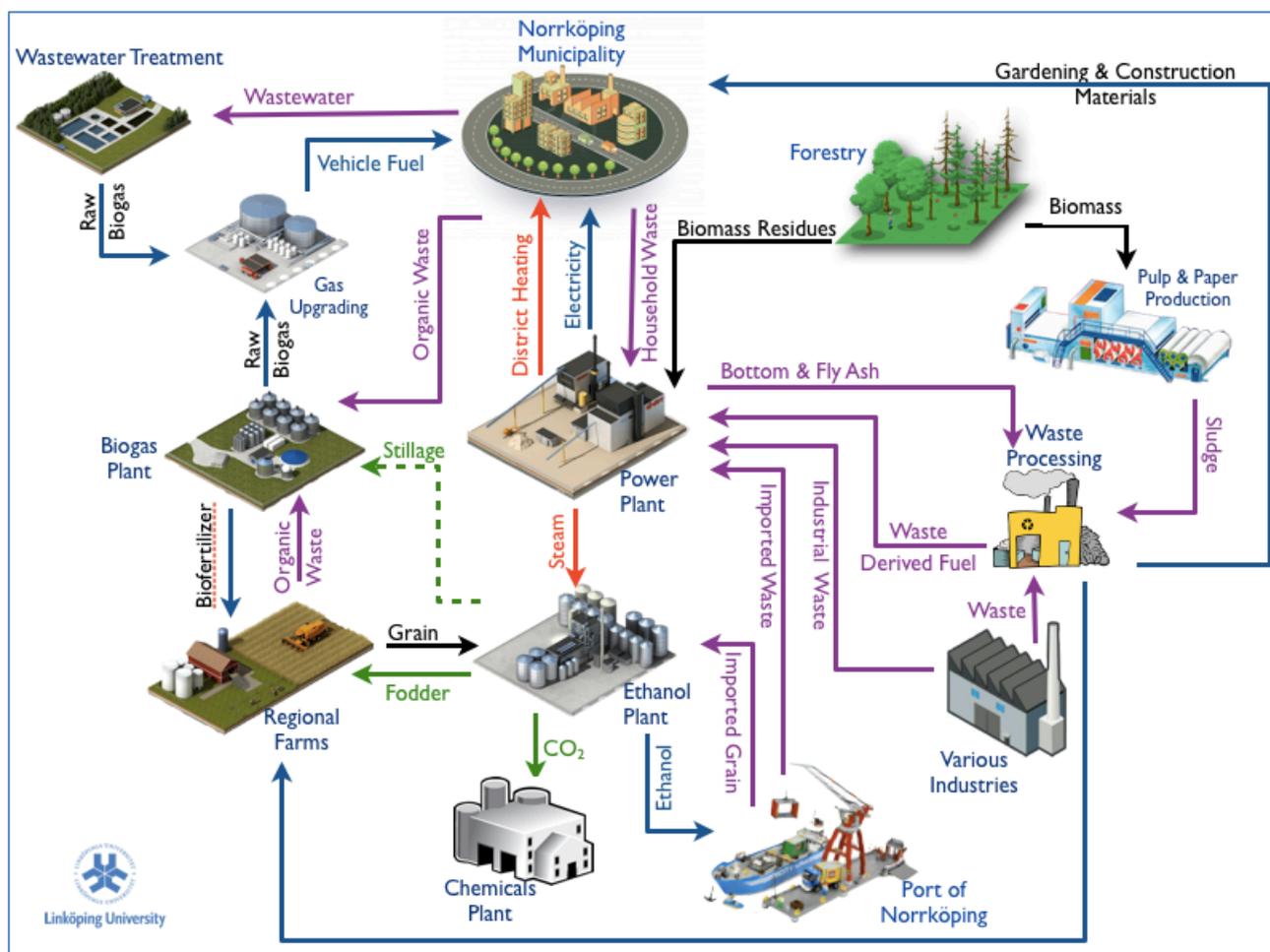


Figura 26: Flujo de la red de SI de Norrköping. Fuente: www.industriellekologi.se/symbiosis/norrkoping.html

Principales agentes participantes:

- Municipio de Norrköping.

- Planta combinada de calor y potencia de E.ON's.
- Lantmännen Agroetanol
- Planta de Svensk Biogas
- Econova.

Las relaciones sinérgicas en Norrköping y sus alrededores proporcionan una serie de beneficios medioambientales, entre los que se incluyen los siguientes:

- **Reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero:** Tener una planta de cogeneración que se alimenta principalmente con combustibles derivados de residuos y biomasa proporciona reducciones significativas en las emisiones de CO₂. Esto se debe en parte a que satisfacer la demanda de calor y vapor de los usuarios domésticos e industriales mediante la cogeneración es una alternativa mucho más eficiente en comparación con aquellos usuarios que usan sus propias calderas. Además, la planta de cogeneración puede utilizar combustibles derivados de residuos y biomasa como combustible, reemplazando así el carbón u otros combustibles fósiles, lo que habría sido difícil de realizar en calderas individuales. Además, gracias a la demanda de vapor estable durante todo el año de Agroetanol, la planta de cogeneración es capaz de producir más electricidad, con buenos resultados medioambientales.

Se obtienen reducciones adicionales de CO₂ mediante la producción de bioetanol y biogás y su uso como combustible de transporte, sustituyendo así el Diesel y la gasolina.

- **Reducción del vertido de residuos:** La cantidad de residuos industriales y domésticos que deben llevarse a vertederos se reduce significativamente mediante el uso de dichos residuos como combustible en la planta de cogeneración o como sustrato para la producción de biogás.
- **Reducción de la dependencia de los recursos fósiles:** el bioetanol y el biogás reducen la dependencia de los combustibles fósiles, mientras que el uso de biofertilizantes a partir de la producción de etanol y biogás reduce la dependencia de los fertilizantes químicos en las actividades agrícolas.

4.2.4 NISP e INTERNATIONAL SYNERGIES. Reino Unido.

Página web: <http://www.nispnetwork.com/>

Uno de los primeros ejemplos del enfoque facilitado de la simbiosis industrial fue el National Industrial Symbiosis Programm (NISP), que se ejecutó por primera vez en el Reino Unido de 2005 a 2013. NISP fue un proyecto financiado por el gobierno que facilitó una red nacional diversa de simbiosis industrial.

El Reino Unido ha sido uno de los primeros países en adoptar la simbiosis industrial. A modo de ejemplo, en un estudio de caso del Reino Unido, una empresa que produce unidades de aire acondicionado para vehículos y sistemas de refrigeración para motores suministra uno de sus residuos (una sustancia peligrosa basada en fluoruro de aluminio y potasio) a una empresa que los utiliza en el reciclaje del aluminio. Este acuerdo entre empresas (meso) permitió reducir los residuos peligrosos en 15 toneladas por año y los costes de gestión de los residuos en 30.000 Libras.

Otros ejemplos del Reino Unido incluyen el suministro de residuos alimenticios para generar electricidad mediante la digestión anaeróbica y el desvío del dióxido de carbono generado en la fabricación de productos de nitrógeno y metanol para permitir el cultivo de tomates en invernadero durante todo el año.

El modelo fue pionero en un enfoque que eliminó las barreras de entrada para las empresas e incluía tanto a las grandes industrias como a las PYME en una red geográficamente dispersa. Sobre los ocho años de ejecución del programa en el Reino Unido, NISP no solo redujo las emisiones de carbono industrial en 42 millones de toneladas y ahorró 60 millones de toneladas de materiales

vírgenes, también logró ahorros de costes de \$ 1.46 mil millones y generó más de \$ 1,41 mil millones en ventas adicionales.

NISP® delivered outcomes 2005 - 2013

METRICS	In Year Benefits	Lifetime Impact (Max 5 year)
Landfill diversion	9.4 million tonnes	47 million tonnes
CO2 reduction	8.4 million tonnes	42 million tonnes
Virgin material savings	12 million tonnes	60 million tonnes
Hazardous waste eliminated	0.4 million tonnes	2.1 million tonnes
Water savings	15 million tonnes	72 million tonnes
Cost savings	€ 243 million	€ 1.21 billion
Additional sales	€ 234 million	€ 1.17 billion
Jobs		10,000 +
Private investment		€ 374 million

International Synergies
industrial ecology solutions
Data source and ©: Industrial Synergies Ltd. 2019



Figura 27: Resultados obtenidos por el programa NISP (2005 -2013). Fuente: International Synergies

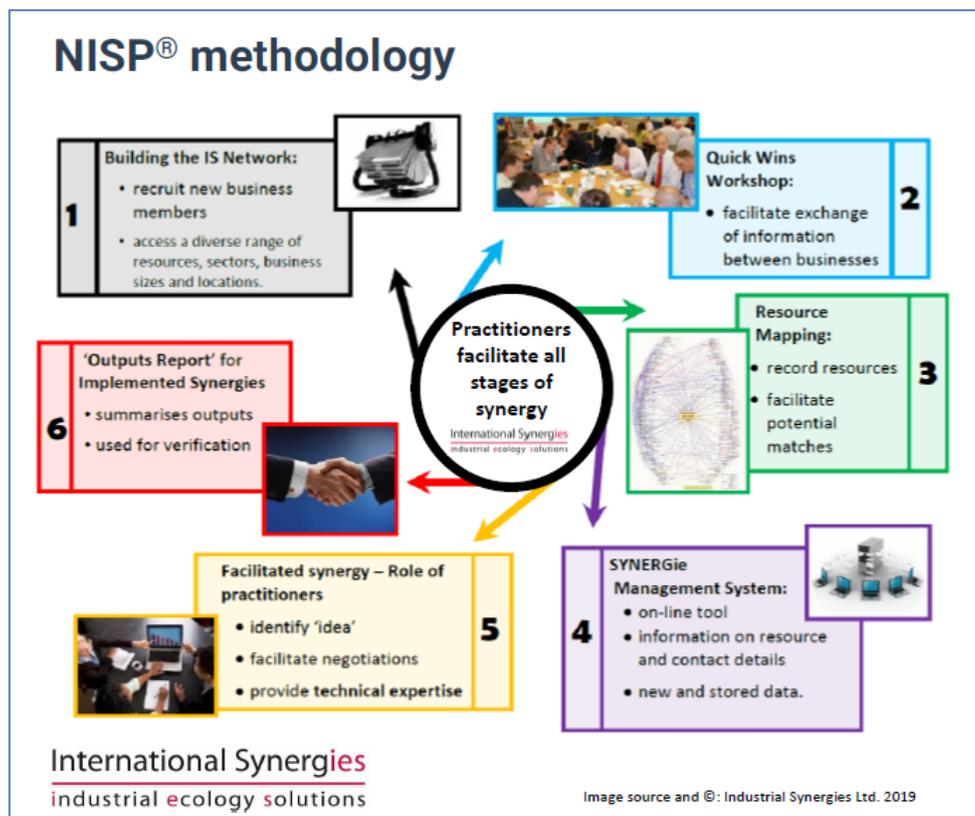


Figura 28: Metodología NISP. Fuente: International Synergies

NISP®, de **International Synergies**, fue el primer programa nacional de simbiosis industrial desarrollado en el mundo y ha recibido el reconocimiento por sus logros de organismos como la ONU, la Comisión Europea y WWF.

Desde 2007, International Synergies ha exportado el modelo NISP® a más de 20 países a nivel nacional o regional a través de un modelo de desarrollo de capacidades. Además, International Synergies ha proporcionado consultoría en simbiosis industrial estratégica y capacitación en preparación a más de 10 países.

International Synergies es líder mundial en la aplicación práctica de la metodología, las herramientas y las técnicas de simbiosis industrial (la economía circular en acción); proporcionando desarrollo de capacidades, consultoría estratégica, entrega de simbiosis industrial, así como software de soporte y soluciones de recursos comerciales a medida.

Página web de International Synergies: <https://www.international-synergies.com/>

4.3 Casos de Buenas Prácticas de SI en Portugal

A través de información recogida de BSCD se presentan varias buenas prácticas de SI en Portugal.

El Business Council for Sustainable Development (BCSD) Portugal es una asociación sin ánimo de lucro que agrupa y representa a más de 100 empresas líderes en Portugal, que están activamente comprometidas con la transición hacia la sostenibilidad.

BCSD ayuda a las empresas miembro en su camino hacia la sostenibilidad, promoviendo un impacto positivo para las partes interesadas, la sociedad y el medio ambiente.

El volumen de ventas de los asociados de BSCD representa el 10% del PIB nacional, 65 mil millones de euros de facturación y este grupo de empresas emplea a más de 270 mil empleados.

BCSD Portugal forma parte de la red mundial del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), la mayor organización internacional que trabaja en el área de desarrollo sostenible, con 68 organizaciones independientes en los cinco continentes que, en conjunto, representan más de 20 mil empresas y una red internacional de alianzas.

Buena Práctica 1: AVE - Gestión medioambiental y recuperación energética (nivel Macro)

EL COPROCESAMIENTO LE DA COMPETITIVIDAD AL SECTOR NACIONAL DEL CEMENTO.

Empresa: AVE - Gestión Ambiental y Valorización Energética, fundada por Cimpor y Secil en 2003, tiene como finalidad la gestión y valorización material o energética de los residuos para la industria cementera, a través del coprocesamiento.

Simbiosis Industrial: Este proceso consiste en utilizar residuos - previamente preparados e identificados como viables - como combustible alternativo en hornos de cemento y / o como materia prima secundaria en la producción de clínker. A los productores y operadores de residuos, AVE les proporciona un destino final ambientalmente sostenible. A la industria del cemento le aporta una solución que permite incrementar la competitividad reduciendo los costes energéticos. Como consecuencia, el coprocesamiento también contribuye a reducir la dependencia energética del país.

Resultados: Entre 2005 y 2013, el coprocesamiento de AVE evitó un consumo de coque de petróleo de 520 mil toneladas, lo que representa un valor en torno a los 90 millones de euros. También evitó la emisión de 1,5 millones de toneladas de CO₂, reducción que se debió fundamentalmente al uso de combustibles alternativos, que permitieron recuperar más de 1,4 millones de toneladas de residuos como alternativa al vertedero. Las emisiones específicas por tonelada de clínker en Portugal mostraron un mejor comportamiento que la media europea.

Buena Práctica 2: CELBI (nivel Micro y Meso)

CELBI COMPOSTABLE MEJORA LOS BOSQUES DE ALTRI

Empresa: Fundada en 1965, Celulose Beira Industrial (Celbi) SA, con sede en Leirosa, 15 km al sur de Figueira da Foz, Portugal, se dedica principalmente a la producción y comercialización de pulpa de papel de fibra corta de alta calidad, a partir de eucalipto, y a la producción de electricidad (cogeneración).

Perteneciente al Grupo Altri desde agosto de 2006, Celbi es uno de los productores mundiales de celulosa de eucalipto más eficientes, con una capacidad de producción instalada superior a 700 mil toneladas.

Simbiosis Industrial: La estrategia de gestión de los residuos industriales no peligrosos producidos en la planta de Celbi se centra en la recuperación, como sustitución al envío a un vertedero controlado. A lo largo de los años, Celbi ha ido reduciendo progresivamente la cantidad de residuos depositados en un vertedero controlado, mediante la adopción de medidas de valorización internas y externas. El compostaje es una de estas medidas.

En Celbi, los residuos orgánicos, procedentes del parque forestal, tratamiento secundario de efluentes y tratamiento primario y tamizado (fibroso), representan alrededor del 30% del total de residuos producidos en la planta. El compostaje ha surgido como una alternativa ambientalmente sostenible y técnicamente viable, que permite aprovechar el potencial de la naturaleza orgánica de estos residuos.

Resultado: La unidad de compostaje de Celbi, construida en 2005, ya ha procesado más de 300 mil toneladas de residuos orgánicos. Como el compostaje tiene la ventaja de transformar los residuos en materiales de conversión agrícola, forestal o del suelo, el producto resultante de este proceso es similar a un suelo rico en materia orgánica y se utiliza como fertilizante en las propiedades forestales del Grupo Altri.

Buena Práctica 3: EDP, Portugal (Nivel Macro).

ESCORIAS DE CARBÓN: DE RESIDUOS A SUBPRODUCTO.

Empresa: EDP es un Grupo que produce y comercializa Gas Natural, Electricidad y Servicios Energéticos.

Simbiosis Industrial: La escoria es uno de los residuos que resultan de las centrales eléctricas de carbón y que, en su mayoría, se depositaba en un vertedero específico de la Central de Sines, en Portugal.

Dado que la escoria es considerada una fuente de áridos para su aplicación en la construcción de carreteras y en productos de hormigón y puesto que EDP ya tenía experiencia en el empleo de este material para otras aplicaciones de reutilización, EDP apostó por un proceso que diese como resultado la clasificación de las escorias como subproducto.

El mayor desafío para EDP fue encontrar clientes que absorbieran la producción de escoria de forma regular. A nivel nacional, la demanda de este material es muy baja, factor que dificultaba el paso de este residuo a un subproducto. Sin embargo, EDP encontró algunos socios internacionales interesados en la escoria, como MATRIX y Robert Muller.

En octubre de 2015, EDP presentó el proceso a la Agencia Portuguesa de Medio Ambiente y, en 2017, obtuvo la clasificación del subproducto de la escoria de carbón para: producción de clínker; utilización como agregado ligero en la fabricación de materiales de construcción; utilización como agregado en la fabricación de hormigón y pavimentación de carreteras.

Resultado: Actualmente, EDP exporta alrededor de 35 mil toneladas de escoria al año. Esta dinámica, además de los diversos beneficios ambientales, como evitar la extracción de materias primas sustituidas por escoria, tiene beneficios directos de reducción de costes en el pago de la tasa de gestión de residuos, el depósito de escorias en vertederos y los costes de operación del vertedero.

La siguiente buena práctica que se presenta procede del proyecto transnacional PAPERCHAIN:

Buena práctica 4: Pabellón Industrial y Tramo vial (Proyecto PAPERCHAIN).

Un pabellón industrial y un tramo vial, ambos emplazados en la región de Aveiro (Portugal), son los primeros resultados visibles de la utilización de **residuos generados en la industria de la pulpa y el papel en estructuras prefabricadas de hormigón y en mezclas bituminosas para pavimentación de carreteras** en Portugal.

El reto, complejo y ambicioso, surgió como parte del proyecto paperChain y ya se está poniendo en práctica en Ílhavo y Cacia: Utilizar los residuos de la producción de celulosa, como cenizas de barro carbonatado, dregs y grits (residuos granulares) como materias primas secundarias en el sector de la construcción, en base a los principios de la economía circular. El proyecto paperChain incluye a 20 socios de cinco países de la UE comprometidos con el impulso de la circularidad. En Portugal, las entidades involucradas incluyen la Universidad de Aveiro, The Navigator Company, Spral, Megavia, RAIZ Research Institute y el Grupo de Hábitat Sostenible. Llamado «Nuevos nichos de mercado para residuos de la industria del papel y la celulosa basados en estrategias de economía circular», el proyecto **lo coordina la empresa Acciona Construcción (España).**



Figura 29: Pabellón industrial. Proyecto Paperchain en Aveiro (Portugal). Fuente: www.tehagoeco.com/paperchain-un-ejemplo-de-simbiosis-industrial/

El primer caso de aplicación de Simbiosis Industrial en Portugal, en el ámbito del proyecto paperChain, se centra en el uso de cenizas de barro carbonatado como relleno en hormigón prefabricado, a través de la construcción de un pabellón industrial en Ílhavo, en las instalaciones de SPRAL, cuya estructura se ha preparado para ser monitorizada a largo plazo. El segundo caso portugués, centrado en el uso de dregs y grits como áridos finos y relleno en la capa superficial de carreteras, fue implementado en las instalaciones de The Navigator Company en Cacia (Aveiro). Este caso práctico se compone de un tramo de carretera de 250 m en una superficie total de 2800 m², mediante la adición de una mezcla bituminosa de referencia (estándar), y dos mezclas diferentes que contienen dregs y grits en la formulación final. Antes del uso de dregs y grits en la mezcla bituminosa final, los residuos fueron tratados previamente por una empresa de gestión de residuos (Dilumex). Esta sección de carretera está siendo monitorizada hasta febrero de 2021.

Se está llevando a cabo un seguimiento técnico y medioambiental para validar la durabilidad y el rendimiento a largo plazo de estas nuevas soluciones de SI. Las pruebas están siendo realizadas por la Universidad de Aveiro y por el Instituto de Investigación Forestal y Papel RAIZ, un centro de investigación privado, sin ánimo de lucro, reconocido como entidad del Sistema Científico Tecnológico Nacional portugués y como Centro de Interfaz – Centro de Valorización y Transferencia de Tecnología.

4.4 Otros casos de Buenas Prácticas europeas de SI en Polígonos y Parques Industriales (nivel meso).

4.4.1 Casos de Buenas Prácticas.

Se presentan, a continuación, 12 casos de simbiosis industrial en Europa que muestran ejemplos de buenas prácticas en la aplicación de SI en entornos industriales (polígonos y parques industriales). Se recogen experiencias de países como:

- Italia.
- Finlandia.
- Reino Unido.
- Turquía.
- Alemania.
- Suecia.

CASO 1: Una propuesta de reestructuración basada en Simbiosis Industrial para superar la crisis ambiental que afecta al distrito industrial centrado en la acería en Tarento, Italia.

Tarento es un distrito industrial provincial en el sur de Italia, centrado en la **acería de Ilva** y que incluye principalmente refinerías de petróleo, plantas de energía y empresas de cemento y construcción, pero también pequeñas agroindustrias y una gran fábrica de cerveza. El área también incluye el municipio de Tarento. El distrito industrial fue fundado en la década de 1960, como resultado de la estrategia nacional para el desarrollo industrial del sur de Italia. Desde la década de 1990, el área ha sido declarada expuesta a un alto riesgo de crisis ambiental con serias preocupaciones por la seguridad de la población local, principalmente debido al alto nivel de contaminación del aire, el agua y el suelo.

Desde la fundación del distrito, **la fábrica de Ilva y la cementera en particular han establecido espontáneamente varias relaciones simbióticas**, respondiendo al desafío específico de reducir costes y aumentar la competitividad. De todos modos, estos intercambios no se invocaron como experimentos de simbiosis industrial ni se dirigieron específicamente a reducir el impacto ambiental, que de hecho sigue siendo bastante crítico. Desde que se reconoció oficialmente el riesgo de una crisis ambiental, el distrito industrial ocupó el centro del debate nacional sobre la reducción del impacto ambiental industrial. Así, diferentes grupos de interés han realizado varios esfuerzos con el fin de apoyar a las empresas en la gestión del nuevo reto de mitigar y prevenir la contaminación y sus consecuencias, permitiendo la sostenibilidad de sus negocios a largo plazo.

Las principales barreras que han impedido un mayor desarrollo espontáneo de las relaciones simbióticas iniciales fueron técnicas, económicas y de información (las empresas desconocían posibles usos alternativos de sus residuos). Además, las firmas más grandes del distrito están muy enfocadas en su negocio principal y, por lo general, les dan menor importancia a las actividades secundarias.

El enfoque utilizado por las entidades locales para tratar de superar estas barreras fue encargar un primer estudio exploratorio a los investigadores de la Universidad de Bari con el fin de identificar los intercambios potenciales de materiales y energía, tanto existentes como nuevos. Esto representa un intento de resaltar el potencial de la contribución de Simbiosis Industrial a la solución de los problemas ambientales, así como sus impactos positivos en los costes de las empresas. Las empresas han estado mínimamente involucradas en la recopilación de datos y las actividades de retroalimentación en esta fase, ya que el objetivo principal era sensibilizarlos y demostrar la viabilidad y rentabilidad de la solución.

El proceso de descubrimiento, que en este caso fue realizado íntegramente por el facilitador (la Universidad de Bari), se inició con la recopilación de datos, en su mayor parte en línea de los

informes disponibles y en una menor parte involucrando directamente a las empresas del distrito, sobre el desempeño económico y ambiental de empresas involucradas. Se realizó un análisis sobre el desperdicio de materiales y energía, definiendo las cantidades disponibles y el estado actual del desarrollo de la Simbiosis Industrial. Los posibles usos alternativos de los materiales disponibles y los flujos de energía identificados se identificaron en la literatura y se evaluó la viabilidad de estos nuevos intercambios, así como su impacto en los costes y las emisiones de GEI. Finalmente, se presentaron los resultados a las empresas y una serie de entrevistas permitió evaluar su voluntad de colaborar en proyectos de simbiosis industrial más grandes y facilitados.

Las principales condiciones previas que orientaron los esfuerzos hacia la evaluación de nuevos intercambios simbióticos para contribuir a la solución de los problemas ambientales en la región fueron la proximidad geográfica de las empresas, la existencia de varias interacciones y relaciones entre las empresas, así como la preexistencia de algunas formas de intercambios simbióticos. Esta última condición en particular permitió a las empresas comprender mejor y más fácilmente el concepto de Simbiosis Industrial.

Fuente: [Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, A., 2016, "Simbiosis industrial en el distrito industrial de Tarento: nivel actual, limitaciones y posibles nuevas sinergias". Journal of Cleaner Production 122: 133-143.](#)

CASO 2: Intercambios simbióticos en un distrito de motocicletas en Abruzzo, Italia: implementación de la simbiosis industrial dentro de una cadena de suministro automotriz.

La red CISI (Consorzio Italiano Subfornitura Impresa) está ubicada en la región de Abruzzo, en el centro de Italia. Financiado en 1992 por 13 empresas, ha ido creciendo a lo largo del tiempo y ahora representa uno de los distritos industriales más relevantes del entorno. Está enfocado a la industria de la motocicleta y **comprende un gran productor de motocicletas y una red de 18 PYMEs que suministran repuestos y materias primas.** De 2010 a 2012, la red industrial ha sido el foco principal de un proyecto de implementación de Simbiosis Industrial liderado por la Universidad de Pescara.

El principal desafío que llevó a los investigadores a intentar implementar la Simbiosis Industrial en el distrito fue intentar utilizar dicho concepto para valorizar y revitalizar la región y su economía.

Las principales barreras para la implementación de la Simbiosis Industrial en este caso fueron las restricciones regulatorias en cuanto a la posibilidad de que las empresas manejen directamente sus residuos o acepten residuos como materia prima, así como la mala calidad de algunos de los materiales de desecho en el distrito, presentando impurezas e irregularidades. Barreras adicionales fueron la imposibilidad, en algunos casos, de realizar un desmontaje no destructivo para recuperar componentes específicos y la discontinuidad de la producción en términos de cantidad, lo que conlleva problemas logísticos y técnicos.

Los facilitadores propusieron un enfoque para superar al menos la primera barrera, es decir, las restricciones reglamentarias para el manejo de desechos. De hecho, prevén la necesidad de traer empresas de tratamiento de residuos al distrito, que puedan prestar servicios de tratamiento de residuos. En cuanto a las otras barreras identificadas, simplemente sugieren que deben ser consideradas cuidadosamente al diseñar los intercambios simbióticos.

El proceso de descubrimiento seguido por los investigadores para identificar posibles intercambios dentro del distrito se divide principalmente en dos pasos. En primer lugar, realizaron un análisis documental preliminar, es decir, una revisión de la literatura destinada a comprender mejor la historia del distrito industrial y sus principales características. Luego, llevaron a cabo una recopilación de datos en el sitio para recopilar información sobre los materiales disponibles y las necesidades de las empresas. Utilizaron tanto cuestionarios como entrevistas para este propósito, e involucraron tanto a los altos directivos como a los operadores para obtener información relacionada con los aspectos organizativos generales y los detalles técnicos. Con la información recopilada, realizaron un análisis de los flujos de materiales en el distrito e identificaron varios

intercambios potenciales, organizados en diferentes escenarios, los resultados fueron compartidos con grupos focales, involucrando a representantes de las empresas, el presidente del CISI (órgano de coordinación) y delegados de diferentes categorías de actores. Los grupos focales tenían como objetivo identificar soluciones que se utilizarían como pruebas piloto.

Condiciones previas principales que permitieron la identificación de nuevos intercambios fueron la relevancia del distrito industrial para la región, lo que permitió contar con la atención inmediata de los actores relevantes, su connotación geográfica y el hecho de que la industria automotriz es un sector líder en innovación de procesos y organizacional, por lo que las empresas ya tenían la mentalidad y los conocimientos necesarios. Además, las empresas ya estaban colaborando para implementar procedimientos “just in time” a lo largo de la cadena de suministro, coordinados por el CISI. La presencia de diversos procesos de fabricación, aunque sean parte de la misma cadena de suministro, también permitió incrementar el número de intercambios identificados, así como el hecho de que para el sector automotriz las chatarras industriales suelen tener la misma composición que las materias primas.

Fuente: Simboli, A., Taddeo, R., Morgante, A., 2014. “Analizando el desarrollo de la Simbiosis Industrial en una red industrial local de motocicletas: el papel de los factores contextuales”. *Journal of Cleaner Production* 66: 372-383.

CASO 3: Planificación de la implementación de la simbiosis industrial en distritos agroalimentarios: la experiencia italiana de Fucino Upland, en Abruzzo.

La reutilización de materiales auxiliares, y de materiales plásticos en particular, del sector agroalimentario ha demostrado ser un tema complejo. La Universidad de Pescara ha realizado un estudio relacionado centrado en las tierras altas de Fucino, en la región de Abruzzo, Italia. Se trata de uno de los complejos agroalimentarios más importantes y productivos del país, que durante los últimos cincuenta años también ha atraído a una amplia gama de industrias (la mayoría de las cuales son pymes) proveedoras de servicios y productos auxiliares.

El desafío que llevó a los investigadores a enfocarse en el estudio de potenciales intercambios simbióticos en la región fue tratar de encontrar una solución sustentable para **valorizar y revitalizar el tejido agroindustrial**.

La principal barrera para la identificación e implementación de nuevos intercambios simbióticos en la región fue la legislación italiana sobre residuos, que no permite a las empresas manejar directamente sus residuos. Además, los residuos derivados de la industria agroalimentaria generalmente requieren un tratamiento costoso (tratamientos de lavado en particular) antes de ser reutilizados. Finalmente, la región de Fucino presenta un alto grado de homogeneidad de sectores industriales y procesos productivos, así como una gran concentración de empresas muy pequeñas y familiares.

El enfoque utilizado en este caso para superar tales barreras fue tratar de involucrar a las empresas de tratamiento de residuos en el proyecto, a fin de permitir legalmente el intercambio de residuos, proporcionando también el tratamiento necesario a toda el área (permitiendo, por lo tanto, algunas economías de escala). También se contactó con algunas empresas pertenecientes a diferentes sectores y que operan en el entorno con el fin de incrementar la diversidad.

El proceso de descubrimiento se dividió principalmente en dos fases diferentes. Primero, los investigadores realizaron un análisis preliminar, identificando intercambios simbióticos existentes en el sector agroalimentario descritos en la literatura y también realizando un análisis de la economía local. Luego, procedieron a realizar una encuesta en línea, en colaboración con la Asociación de Productores Agrícolas local y una plataforma de gestión de residuos. Los resultados de esta encuesta se utilizaron para identificar los principales flujos de desechos, así como posibles nuevos usos dentro del distrito. Se llevó a cabo una primera evaluación de viabilidad de las soluciones simbióticas identificadas y luego se presentaron los resultados a las empresas locales. Los comentarios proporcionados durante estas presentaciones se desarrollaron más a fondo para

evaluar el potencial y los límites de cada nuevo intercambio. También se realizó un análisis de negocios vecinos (empresas ubicadas en el entorno y pertenecientes principalmente a diferentes sectores industriales). Las empresas que parecían más propensas a participar en el proyecto de desarrollo de Simbiosis Industrial fueron luego contactadas para saber si podían estar interesadas en utilizar algunos de los desechos de la región de Fucino como materia prima alternativa.

Las principales condiciones previas que permitieron la identificación de nuevos intercambios simbióticos en la zona fueron el hecho de que el monte Fucino es un área geográfica restringida y el hecho de que ya existía una plataforma local de gestión de residuos operando en la zona, lo que permitió acelerar considerablemente los datos. Además, los residuos son producidos por procesos agrícolas en períodos específicos del año, lo que puede hacer que las actividades de gestión de residuos sean más eficientes. La mayor parte de los residuos producidos en la zona están representados por materiales no peligrosos y fácilmente reciclables, como plástico, metal, papel, etc. Finalmente, actores externos y la Asociación de Productores Agrarios en particular brindaron apoyo y facilitaron el diálogo con las empresas participantes.

Fuente: Simboli, A., Taddeo, R., Morgante, A., 2015. "El potencial de la Ecología Industrial en clusters agroalimentarios (AFCs): un caso de estudio basado en la valorización de materiales auxiliares". *Economía ecológica* 111: 65-75.

CASO 4: La planta química de Bussi en Italia: un caso en el que la oposición de la comunidad local impidió una implementación completa de Simbiosis Industrial.

El entorno químico ubicado en el río Tirino en Abruzzo es uno de los grupos industriales más antiguos de Italia, fundado a principios del siglo pasado. El grupo incluye productores de productos químicos básicos, fabricantes de plaguicidas y silicatos, así como centrales eléctricas. A pesar de la larga historia del área industrial, la simbiosis industrial nunca se ha implementado en el distrito, y el estudio reportado en la fuente es un **primer intento de identificar oportunidades simbióticas y evaluar su viabilidad**.

En 2008, el gobierno local decidió financiar dicho proyecto de investigación exploratoria, gestionado por la Universidad de Chieti "G. D'Annunzio". El principal desafío que impulsó la decisión del gobierno fue la necesidad de revitalizar el área industrial desde el punto de vista económico y social. De hecho, durante la última década, debido a la crisis económica y financiera mundial, el clúster había experimentado un proceso de reducción con la consiguiente crisis del mercado laboral.

Desde el comienzo del proyecto, los investigadores y los representantes gubernamentales tuvieron claro que la principal barrera a superar para implementar la Simbiosis Industrial en el sitio químico de Bussi era la fuerte oposición de la comunidad local. Esto se originó por la falta de conocimiento sobre el tema de Simbiosis Industrial, una resistencia difusa al cambio y algunas experiencias negativas anteriores relacionadas con la gestión de residuos peligrosos en la zona.

El enfoque utilizado por los investigadores y el gobierno local para tratar de superar dicha barrera fue desarrollar e implementar un plan de gestión para la difusión de información y aprendizaje entre la comunidad local a lo largo del proyecto y realizar análisis históricos y sociales de la región con el fin de adaptar su intervención en consecuencia. Sin embargo, no lograron incorporar a la comunidad local y esto impidió el pleno desarrollo del proyecto.

El proceso de descubrimiento seguido por los investigadores en su intento de implementar la simbiosis industrial en el sitio químico de Bussi comenzó con una revisión de la literatura, destinada a identificar metodologías para la implementación de simbiosis industrial en los clústeres industriales existentes. Además, realizaron un estudio sobre la historia, geografía y economía de la zona, con el fin de recabar información sobre el contexto. Tras definir la metodología que se hubiera seguido durante la ejecución del proceso, definieron los actores involucrados y organizaron una reunión de actores para compartir los objetivos y alcances del proyecto. Después de la reunión, se iniciaron las actividades de campo y se llevó a cabo una recopilación de datos en forma de encuesta y reuniones adicionales individuales con los representantes de las empresas. Las empresas vecinas al

emplazamiento industrial también participaron en el proceso con el fin de incrementar la diversidad empresarial y, por tanto, el número de intercambios potenciales identificados. Finalmente, los investigadores también involucraron al “Observatorio Local de la Industria Química”, una asociación sectorial local que ayudó a coordinar a los actores y organizar mesas redondas periódicas para mantenerlos informados y recabar comentarios.

Las principales condiciones previas que permitieron el inicio del proyecto de implementación de Simbiosis Industrial fueron el hecho de que la región alberga varias plantas que operan en industrias complementarias y con buenos vínculos logísticos y el hecho de que **las empresas del sitio químico de Bussi ya compartían algunas instalaciones y servicios** (como, por ejemplo, laboratorios, servicios de seguridad, talleres de mantenimiento, etc.). Además, la implicación de las autoridades locales permitió involucrar a actores clave como las asociaciones sectoriales en el proyecto y conseguir una buena visibilidad con las empresas que operan alrededor del polígono industrial. El compromiso de las empresas locales también se vio reforzado por un reglamento regional que define la disciplina en cuanto a Fincas Ecológicamente Equipadas (un concepto bastante similar a los Parques Eco-Industriales).

Fuente: [Taddeo, R., Simboli, T., Morgante, A., 2012, “Implementación de parques eco-industriales en clusters existentes. Hallazgos de un sitio químico italiano histórico”. Journal of Cleaner Production 33: 22-29.](#)

CASO 5: La evolución de la fábrica de pulpa y papel en el río Kymijoki en Kuusankoski, Finlandia: una empresa que impulsa la simbiosis industrial en su distrito para seguir la variabilidad del mercado.

La fábrica de celulosa y papel UPM Kymi fue fundada en 1872. Desde entonces, la fábrica ha pasado por períodos alternativos de alta y baja producción, siempre adoptando enfoques simbióticos, aunque no oficialmente reconocidos como Simbiosis Industrial, para adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado. La fábrica ha permitido, lentamente, el desarrollo de un distrito industrial, que incluye plantas de energía, varias empresas químicas y plantas de tratamiento de agua, y también está participando en algunos intercambios con el municipio cercano.

La presencia de relaciones simbióticas en el distrito se remonta a hace más de un siglo, cuando la fábrica de papel, con el fin de abordar el desafío de satisfacer la creciente demanda de productos provenientes del mercado ruso, inició una producción de pulpa química. En tal ocasión, se instaló en la zona una nueva planta química, propiedad de la propia planta, y se inició una simbiosis interna (involucrando diferentes procesos dentro de la misma empresa): la nueva planta suministró químicos para la producción de papel y recibió energía residual del molino. A partir de ese momento, la simbiosis siempre ha estado impulsada por cambios en el tamaño o tipología del mercado, y se ha aplicado principalmente en formas internas. Sin embargo, desde la década de 1990, principalmente debido a nuevos desafíos introducidos por nuevas y más exigentes normativas medioambientales, ha aumentado el desarrollo de intercambios simbióticos, involucrando también a empresas externas (por ejemplo, distribuidoras de energía, depuradoras de aguas residuales, etc.).

El proceso de descubrimiento de la simbiosis entre la fábrica de papel y la pulpa fue bastante complejo, ya que ha utilizado diferentes materias primas y producido diferentes subproductos para ser vendidos en el mercado en función del período histórico particular y de la oferta / demanda. La utilización de residuos para la producción de papel existía desde la fundación de la fábrica, ya que los trapos, en sustitución de la madera, se utilizaban a menudo como materia prima. Luego, se utilizaron subproductos de la agricultura desde 1896, cuando se fundó una planta de masa de paja en las cercanías, y hasta 1903, cuando cerró debido a los bajos beneficios. Durante la Segunda Guerra Mundial, la fábrica también comenzó a utilizar sus subproductos, produciendo alcoholes de sulfito a partir de licores de desecho para ser utilizados como combustible para automóviles. La fábrica de celulosa y papel siempre ha mantenido un enfoque de aprendizaje que les permitió encontrar **materias primas alternativas y usos para sus desechos**, y también ha realizado

campañas experimentales (ej. explorar el uso de **material de madera disuelto en lodos residuales como recurso energético auxiliar**). En los últimos años, el proceso de implementación de Simbiosis Industrial estaba más estructurado según las regulaciones ambientales y más centrado en las fuentes de energía alternativas y la reutilización del agua.

La principal condición previa que permitió la creación de intercambios simbióticos a lo largo de los años fue que la producción de pulpa y papel ha adoptado históricamente un "modo de funcionamiento simbiótico" en Finlandia y Suecia, por lo que las empresas tienen una inclinación natural a este enfoque.

Fuente: Pakarinen, S., Mattila, T., Melanen, M., Nissinen, A., Sokka, L., 2010, "Sostenibilidad y simbiosis industrial - La evolución de un complejo de la industria forestal finlandesa". Recursos, conservación y reciclaje 54: 1393-1404.

CASO 6: El distrito industrial de la región de Humber en el Reino Unido: un caso en el que las iniciativas y la negociación uno a uno permitió la implementación de la simbiosis industrial.

La región de Humber es uno de los **complejos portuarios más grandes del Reino Unido** y alberga empresas industriales de una variedad de sectores desde la década de 1960. El distrito industrial está constituido principalmente por procesamiento de alimentos, productos químicos, muebles, hierro y acero y otros metales, así como por instalaciones de producción de petróleo y gas. Los esfuerzos para promover la implementación de la simbiosis industrial en la región comenzaron en 2000, y el estudio de caso es bien conocido en la literatura como uno de los que originó la idea de la creación de un [Programa Nacional de Simbiosis Industrial](#) en el Reino Unido.

El desafío origen del Programa de Simbiosis Industrial de la región de Humber (HISP) fue el de una compañía global de petróleo y gas que ya operaba en la región y que previamente había acumulado experiencia en la creación de parques industriales durante un programa específico en Tampico, México. Dicha empresa tenía como objetivo la creación de una planta de cogeneración en la región, siguiendo el proceso de desarrollo que había resultado rentable en el caso anterior. Querían involucrar a las empresas industriales vecinas en el proyecto desde la fase de planificación, analizando sus necesidades energéticas y su potencial de cooperación. Además, propusieron estipular contratos donde las empresas acordaran canalizar un cierto porcentaje de sus ganancias de esta cooperación a la creación de un organismo coordinador que hubiera permitido un mayor desarrollo de los intercambios en la región.

Sin embargo, la empresa de petróleo y gas se encontró de inmediato con una primera y gran barrera en el desarrollo del proyecto, que fue el escaso conocimiento de este tipo de acuerdos y la consiguiente reticencia de las empresas locales. Además, la participación de empresas locales también fue limitada debido a que varias de ellas, especialmente del sector de alimentos, competían directamente en el mismo segmento de mercado.

El enfoque adoptado para superar esta barrera fue involucrar al Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible - Reino Unido (BCSD-UK) como coordinador del proyecto para el HISP. El BCSD-UK luego involucró a investigadores de la Universidad de Lund para obtener apoyo científico. Dicho enfoque permitió adecuar el proceso de desarrollo seguido en la experiencia mexicana al contexto británico, ampliando el alcance de la simbiosis (incluyendo formas generales de cooperación entre empresas en su definición) e incluyendo un enfoque ambiental.

El proceso de descubrimiento fue dirigido, íntegramente, por el BCSD-UK, con una participación inicial limitada de empresas locales. En primer lugar, se realizó una revisión de estudios previos sobre la potencial cooperación empresarial en la región con el fin de identificar las primeras sinergias. Estos estudios incluyeron los planes para la instalación de la planta de cogeneración, los de creación de un oleoducto que atravesara el río Humber y trasladara los productos químicos de las empresas de un lado del río a las empresas del otro lado, y los de integración entre productos químicos y petróleo y gas. Mientras tanto, se realizaron los primeros contactos con

empresas, autoridades locales y asociaciones empresariales. Los resultados de la revisión preliminar fueron presentados a las empresas en un evento de día completo, que de todos modos fracasó en el intento de atraer su interés por el proyecto. Así, El BCSD-UK centró sus esfuerzos en la organización de reuniones one-to-one con representantes de empresas locales, con el fin de explicar mejor el proyecto, sus objetivos y su potencial. Esta campaña, aunque no fue totalmente satisfactoria, arrojó resultados relevantes y permitió la creación de un "grupo asesor del proyecto" que incluía representantes de la industria y la identificación de un "campeón del proyecto" (es decir, una empresa que motiva a los demás y genera conciencia, liderando el proyecto desde el lado industrial). Todos estos esfuerzos permitieron el inicio del proyecto de instalación de la planta de cogeneración, así como el inicio de la construcción del oleoducto a través del río que, más tarde, tuvo que detenerse debido a que uno de los principales socios cesó sus operaciones en la región.

Las principales condiciones previas que influyeron en el proceso de descubrimiento y penalizaron la implementación de grandes proyectos de largo plazo y con uso intensivo de recursos fueron: el desarrollo fragmentado y el bajo nivel de integraciones entre sectores que caracterizaron al distrito industrial, el hecho de que el organismo coordinador Reino Unido) no tenían experiencia previa en la región, el hecho de que varias empresas no tenían experiencia previa en proyectos colaborativos y muchas de ellas tenían sedes y poder de decisión fuera de la región. Por el contrario, la existencia de elementos políticos y legislaciones que apoyan el desarrollo de la Simbiosis Industrial favoreció el inicio del proyecto CHP y el inicio de intercambios simbióticos más pequeños.

Fuente: [Murata, M., 2004, "Experiencias de las primeras etapas de un programa nacional de simbiosis industrial en el Reino Unido: determinantes y desafíos de coordinación". Journal of Cleaner Production 12: 967-983.](#)

CASO 7: Uso de calor residual industrial y dióxido de carbono en invernaderos: un intercambio simbiótico facilitado en el Reino Unido entre un productor de nitrógeno y un productor de tomates.

El [Programa Nacional de Simbiosis Industrial](#) (NISP) del Reino Unido actuó durante varios años como facilitador para crear varios intercambios simbióticos en todo el país. En este caso específico, ayudó a implementar un **intercambio simbiótico rentable entre un productor de nitrógeno que captura vapor y dióxido de carbono y un productor de tomates vecino**, que usa el vapor para calentar los invernaderos y el dióxido de carbono para apoyar el crecimiento de los tomates.

El desafío que llevó a la creación del intercambio simbiótico fue la necesidad del productor de tomate de producir tomates durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas, ampliando su capacidad de producción sin aumentar considerablemente los costos.

El proceso de descubrimiento, liderado por el facilitador, consistió principalmente en poner en comunicación a las dos empresas, crear las instalaciones adecuadas y evaluar los beneficios ambientales y sociales distintos de los económicos, con el fin de incrementar la rentabilidad del intercambio.

Fuente: [Earley, K., 2015, "Simbiosis industrial: aprovechamiento de la energía y los materiales de desecho en beneficio mutuo". Enfoque en energías renovables 16 \(4\): 75-77.](#)

CASO 8: Un intercambio simbiótico entre un fabricante de bebidas alcohólicas y un productor de leña en Escocia: un caso de diálogo facilitado con las instituciones locales para superar las barreras legislativas.

El [Programa Nacional de Simbiosis Industrial](#) del Reino Unido actuó durante varios años como un facilitador para crear varios intercambios simbióticos en todo el país. En este caso específico, ayudó a la implementación de un intercambio simbiótico rentable entre un **fabricante de bebidas**

alcohólicas y una start-up que produce leña a partir de viejos barriles de whisky, ambos con sede en Escocia.

El principal desafío que llevó a la creación del intercambio simbiótico fue la necesidad del productor de bebidas alcohólicas de encontrar una forma sostenible de reutilizar sus envases de residuos textiles. De hecho, la empresa estaba recibiendo aromáticos para usar en su proceso de producción empaquetados en sacos de arpillera, que se depositaban en vertederos después de su uso.

La principal barrera que tuvieron que enfrentar el facilitador y el productor de bebidas alcohólicas para implementar el canje fue el hecho de que los sacos estaban categorizados como desechos y por lo tanto no podían ser comercializados directamente por el productor de bebidas alcohólicas.

El enfoque utilizado para superar esa barrera fue ponerse en contacto con la Agencia de Medio Ambiente de Escocia y solicitar su apoyo. La implicación de la Agencia permitió volver a categorizar los sacos como subproductos y finalmente implementar el canje.

El proceso de descubrimiento, dirigido por el facilitador, comenzó con el análisis de la calidad de los sacos de desecho, que resultaron ser limpios y duraderos. Después de eso, utilizaron su red para encontrar un socio adecuado para el intercambio y se pusieron en contacto con un productor de leña cercano. Esta empresa estaba comprando sacos de arpillera como embalaje para su propio producto y estaba dispuesta a aceptar sacos usados del productor de bebidas alcohólicas como una opción más barata.

La principal condición previa que permitió la creación del intercambio simbiótico fue la presencia de la agencia ambiental regional que ayudó con la recategorización de los sacos y su voluntad de ayudar a la empresa en la solución del problema. Además, la alta calidad de los sacos usados fue fundamental para evitar procesos de tratamiento y por tanto hacer viable económicamente el intercambio.

Fuente: [sitio web de NISP](#)

CASO 9: Transformación de residuos de pulpa de fruta en pienso: un intercambio de simbiosis industrial facilitado en Turquía.

La bahía de Iskenderun en Turquía es una **zona industrial** que abarca los municipios de Adana, Merson, Iskenderun y Osmaniye. Incluye empresas de varios sectores industriales diferentes entre los que se encuentran la minería y canteras, el procesamiento de alimentos y las agroindustrias. Entre enero de 2011 y febrero de 2014 el área participó en el proyecto “Proyecto de simbiosis industrial en la bahía de Iskenderun - Fase de implementación”, que fue llevado a cabo por la Fundación de Desarrollo Tecnológico de Turquía (TTGV) con la consultoría de la Universidad Técnica de Oriente Medio (Turquía) e International Synergies Limited Company (Reino Unido) y financiación proporcionada por BTC Crude Oil Pipeline Company.

El principal desafío que impulsó a TTGV a implementar la simbiosis industrial en el área de la bahía de Iskenderun fue utilizarla como piloto para desarrollar un plan para un programa nacional de simbiosis industrial en Turquía. Teniendo en cuenta el ejemplo de implementación de Simbiosis Industrial propuesto, el principal reto para el productor de jugo de fruta era evitar el costoso envío al vertedero de residuos de pulpa de fruta.

Las principales barreras encontradas en este caso fueron el hecho de que el tratamiento de residuos necesario para implementar la solución identificada (**transformar los residuos de pulpa de fruta en alimento para animales**) requería una gran cantidad de energía y de una gran cantidad de calor y, por lo tanto, no era rentable después de un primer análisis de viabilidad.

El enfoque utilizado por los facilitadores para superar esa barrera fue identificar una fuente adecuada de calor residual barato y nombrarla en el proyecto.

El proceso de descubrimiento de este intercambio simbiótico comenzó con la creación de un equipo de proyecto, que incluía a representantes de los principales facilitadores y expertos técnicos de la Universidad. El equipo puso en marcha un proyecto de investigación, en el que también participaron investigadores de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Cukurova, con el fin de identificar y probar posibles formas de reutilizar los residuos de pulpa de fruta. Una vez que se demostró que la pulpa seca podía convertirse en alimento para animales de buena calidad de mercado (considerando su composición de nutrientes y análisis de valor energético), los facilitadores identificaron un posible donante de calor residual y se realizaron más experimentos para desarrollar un proceso de secado utilizando calor residual. con el fin de hacer atractiva la implementación desde un punto de vista económico.

La alta calidad del alimento que se puede obtener a partir de los desechos de pulpa de fruta fue la principal condición previa que permitió una comercialización completa de la solución simbiótica propuesta.

Fuente: [Alkaya, E., Bogurcu, M., Ulutas F., 2014, "Simbiosis industrial en la bahía de Iskenderun: un viaje de aplicaciones piloto a un programa nacional en Turquía". Conferencia Internacional de Simbiosis 2014, Atenas, 19-21 de junio de 2014.](#)

CASO 10: La fábrica de papel Spremberg en Alemania: atraer nuevos socios en la región para superar la falta de instalaciones adecuadas.

La **fábrica de papel** Hamburger Rieger GmbH en Spremberg, Alemania, ha estado funcionando desde 2005. Unos años más tarde, en 2008, inició una **asociación con una empresa de producción de energía para comenzar a reutilizar pulpa y lodos de desecho para la producción de electricidad**. Por lo tanto, se diseñó y construyó una nueva planta de cogeneración en la región. El molino es el principal cliente de la planta de cogeneración, que puede seguir las fluctuaciones de la demanda. La planta de cogeneración, además de los desechos del molino, también utiliza una mezcla de combustibles derivados de desechos como insumo.

El principal desafío que llevó a Hamburger Rieger GmbH a la creación de este intercambio simbiótico fue evitar los altos costes de disposición de los desechos generados por la planta.

La solución identificada como factible y rentable desde el inicio del proyecto fue utilizar residuos como combustible para generar energía (tanto electricidad como vapor). Sin embargo, la empresa tuvo que enfrentarse a una importante barrera de implementación, es decir, el hecho de que no había instalaciones adecuadas para iniciar una asociación con la que opera en el área circundante.

El enfoque utilizado por Hamburger Rieger GmbH para superar esta barrera fue identificar un socio potencial de fuera de la región y emprender conjuntamente la construcción de una planta de cogeneración.

Una vez definida la producción de energía como una reutilización prometedora para pulpa y lodos, el proceso de descubrimiento comenzó con la identificación de un socio potencial para la construcción de la planta de cogeneración. La nueva planta se diseñó cumpliendo con los requisitos energéticos de la misma para garantizar la rentabilidad. Además, debían de tenerse en cuenta los límites de emisión establecidos por las normativas locales.

Las principales condiciones previas para la implementación de Simbiosis Industrial en este caso fueron la estricta regulación de residuos alemana y los altos costes relacionados con la energía incurridos por la planta. Los altos costes de la energía se debieron tanto a la intensidad energética del molino como a los altos precios de la energía en Alemania, y contribuyeron considerablemente a que el intercambio simbiótico fuera rentable.

Fuente: [Vollmeier T., Castorini A., 2015, "Caso de estudio Spremberg: planta de cogeneración alimentada por RDF para una fábrica de papel". En "Experiencias de Simbiosis Industrial en Italia - Actas de conferencias promovidas por ENEA en Ecomondo", editado por Mancuso E. y Luciano A.](#)

CASO 11: La región del Rin Necktar y el área de Heidelberg en Alemania: una implementación de simbiosis industrial impulsada por la universidad.

El área alrededor de la ciudad de Heidelberg en Alemania, en el río Necktar, alberga el polígono industrial Pfaffengrund. El polígono está compuesto por una mezcla de empresas de diferentes sectores y de diferentes tamaños, y se incluye en el área industrial más grande de la región del Rin-Necktar.

El desafío que llevó a la creación de intercambios simbióticos en la zona fue el de un grupo de investigadores interesados en demostrar la replicabilidad de la experiencia de Kalundborg.

Por lo tanto, el proceso de descubrimiento fue liderado por el **equipo de investigación, y dieciocho empresas, principalmente pymes**, participaron en primer lugar, después del pago de una tasa de participación. Durante las fases iniciales del proyecto, los investigadores se centraron, únicamente, en el polígono industrial de Pfaffengrund. Con el apoyo del gobierno local, se continuó con la identificación de potenciales intercambios y colaboraciones entre empresas. Después de eso, se involucró toda el área de la región de Rhine-Necktar, y los investigadores trabajaron para crear una red y una estructura de coordinación entre las empresas, así como un sistema de información de gestión de residuos para facilitar el intercambio de datos.

La principal condición previa que permitió la creación de intercambios simbióticos en el distrito fue el hecho de que todas las empresas estuvieran ubicadas en una región geográfica bien definida, con una buena mezcla de sectores industriales.

Fuente: [Adamides, ED, Mouzakitis, Y., 2009, "Los ecosistemas industriales como nichos tecnológicos". Journal of Cleaner Production 17: 172-180.](#)

CASO 12: El caso de la red simbiótica en Landskrona, Suecia: la simbiosis industrial como medio para actualizar el modelo de desarrollo de una región industrial.

La ciudad industrial de Landskrona en el suroeste de Suecia es el primer ejemplo de implementación oficial del programa de simbiosis industrial en su país, iniciado en 2003. El área incluye más de veinte empresas de diferentes tamaños y de diferentes sectores industriales (incluidas acerías, empresas químicas, sector de impresión y automoción, gestión de residuos, agroindustrias y más). El programa fue financiado y promovido por NUTEK (Agencia Sueca de Desarrollo Empresarial) y fue facilitado por investigadores del Instituto Internacional de Economía Ambiental Industrial (IIIEE) y la Universidad de Lund. Empresas de la región se han involucrado junto con tres agencias públicas locales.

Las industrias alrededor de Landskrona ya habían desarrollado algunos intercambios simbióticos en el momento en que se inició el programa. El principal desafío que llevó a la decisión de los facilitadores de incrementar la red simbiótica fue reducir costes y aumentar la competitividad, actualizando el modelo de desarrollo de la región y mejorando la imagen e impacto ambiental.

Las principales barreras que tuvieron que enfrentar los facilitadores en el desarrollo de intercambios simbióticos fue la dificultad de atraer al mayor número posible de negocios diversos para aumentar las posibilidades de identificar nuevas oportunidades de colaboraciones e intercambios y hacer que comenzasen a confiar y colaborar.

El enfoque utilizado para superar dicha barrera fue ampliar las áreas de colaboración desde la mera creación de intercambios de materiales y energía hasta la gestión ambiental, el transporte y la logística y el intercambio de personal.

El proceso de descubrimiento para la expansión de la red simbiótica original comenzó con la identificación de las partes clave. A continuación, se informó a estas partes sobre el proyecto y sus objetivos, posibles beneficios y barreras. Mas tarde, se definieron claramente los roles de las empresas participantes y se asignaron responsabilidades. Posteriormente, se recopilaron datos

sobre la disponibilidad y las necesidades de recursos y se identificaron posibles nuevos intercambios de acuerdo con las complementariedades surgidas. Luego, los facilitadores alentaron a los socios identificados a reunirse y discutir las oportunidades simbióticas, y también se organizaron algunas reuniones colectivas y visitas a las plantas.

Las principales condiciones previas que permitieron la creación de intercambios simbióticos fueron el hecho de que algunos intercambios ya estaban implementados en la región y las empresas tenían experiencias previas en proyectos colaborativos, el hecho de que las empresas participantes ya tenían un alto nivel de conciencia sobre temas ambientales (la mayoría de ellos ya contaba con un sistema de gestión ambiental cuando se inició el programa) y la presión legislativa.

Fuente: Mirata M., Emtairah T., 2005, “Redes de simbiosis industrial y contribución a la innovación ambiental: el caso del programa de simbiosis industrial Landskrona”. Revista de producción más limpia 13: 993-1002.

4.4.2 Tabla resumida de casos de Buenas Prácticas.

De manera más resumida, se mencionan algunos casos de buenas prácticas, a nivel de Polígonos Industriales o clústeres, identificando la necesidad que impulsó la Simbiosis Industrial y como ésta se materializó.

Región / Necesidades que provocaron la Simbiosis Industrial	Cómo se materializó	Referencia
<p>Dunkerque, Francia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitigar los efectos negativos de la industrialización, especialmente la contaminación del aire. • Mejora de la calidad de vida 	<p>Un plan de acción territorial compartido que promovió la implementación de la simbiosis industrial</p>	<p>(Morales and Diemer, 2019)</p>
<p>Sur de los Países Bajos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear espacio para nuevos invernaderos • Creación de un clúster que contribuiría al desarrollo sostenible de la región mediante la creación de nuevos puestos de trabajo y la reducción de emisiones y cursos de agua locales. 	<p>La simbiosis industrial fue iniciada por el gobierno local, representado por una coalición entre la Provincia Local, el Municipio y la Autoridad Portuaria Local. Posteriormente se incorporó a una gran empresa industrial existente en la zona para crear una pequeña empresa para gestionar el clúster de simbiosis industrial. Opera la infraestructura que recolecta y distribuye el calor residual y el CO2 de la empresa industrial al cultivo de invernadero en áreas cercanas.</p>	<p>(Baldassarre et al., 2019)</p>

Región / Necesidades que provocaron la Simbiosis Industrial	Cómo se materializó	Referencia
<p>Västra Götaland, Suecia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incrementar los beneficios económicos. • Creación de nueva oportunidad de negocio. • Mejorar el desempeño ambiental. • Evitar / reducir los costes de eliminación. • Reducir el coste en materia prima. • Razones de marketing. 	<p>La simbiosis industrial fue iniciada por varias micro, pequeñas y medianas empresas dedicadas a la producción de hongos y cerveza que, sin la ayuda de instituciones externas, buscaron a los potenciales usuarios de sus residuos. En el caso de la producción de hongos, los principales subproductos fueron utilizados como fertilizantes por los productores o agricultores locales. En la elaboración de cerveza, los criadores de animales utilizaron los granos usados y la levadura de desecho como alimento para caballos.</p>	<p>(Patricio et al., 2018)</p>
<p>Kuusankoski, Finlandia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el crecimiento económico. • Incrementar la producción para responder al crecimiento de las exportaciones, impulsada por la mayor demanda de papel, iniciada en 1874 	<p>Entre 1872 y 1913 se empezó a desarrollar la simbiosis entre la central hidroeléctrica, el ecosistema forestal y la fábrica de celulosa y papel, con flujos lineales de material y energía. Posteriormente la simbiosis se expandió, el número de participantes aumentó y se ha desarrollado una simbiosis industrial compuesta por centrales eléctricas, plantas de fabricación de productos químicos, instalaciones de gestión de residuos y plantas de tratamiento de aguas residuales que operan alrededor de una fábrica de celulosa y papel, considerada como elemento tractor.</p>	<p>(Pakarinen et al., 2010)</p>
<p>Grangemouth, Reino Unido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la competitividad de la industria química local. • Crear más puestos de trabajo. • Reducción de volúmenes de residuos. • Mayor sostenibilidad debido a la presión pública y comunitaria 	<p>Atracción empresarial para la región, por la organización que existe en la región formada por las principales empresas de Grangemouth, el Local Enterprise Council, Forth Ports y Falkirk District Council, ofreciendo para esta zona industrial abandonada, que cuentan con servicios de agua, electricidad y vapor, gestión de los residuos, servicios de almacenamiento y emergencia, y centro de formación sobre sostenibilidad para los de empleados.</p>	<p>(Harris and Pritchard, 2004)</p>

Tabla 3: Ejemplos de Buenas Prácticas de SI en Europa. Fuente: Proyecto Scaler.

4.5 Redes y Proyectos europeos sobre Simbiosis Industrial.

Las Políticas Europeas mencionadas en el apartado 3.1, conducen a la creación de Redes que las desarrollen e impulsen la SI. En este capítulo (apartado 4.5.1) se mencionan, a modo de ejemplo, dos de ellas, CIRCLEAN y SPIRE.

También, y como se ha indicado en el apartado 4.1, muchos casos de Simbiosis Industrial están asociados a un proyecto europeo del tipo LIFE+, A.SPIRE, H2020, INTERREG, etc. A este respecto se muestran (apartado 4.5.2) diferentes proyectos a nivel europeo y todavía en vigor, indicando: ámbito de actuación, socios, resultados, etc. Los proyectos aquí presentados son los siguientes:

- FISSAC.
- SCALER.
- SYMBI.
- TRIS.
- ULTIMATE.
- PAPERCHAIN.

Por último, en el apartado 4.5.3 se hace referencia a diferentes fuentes de gestión del conocimiento relativas a la SI, como son:

- CIRCULATOR.
- MAESTRI.
- IS DATA.

4.5.1 Redes europeas de SI.

CIRCLEAN (EUROPEAN NETWORK OF BUSINESSES AND SMES FOR INDUSTRIAL SYMBIOSIS).

www.circlean-symbiosis.eu

CircLean es una iniciativa de la Comisión Europea. Está implementado por un consorcio que incluye a

- Technopolis Group,
- Trinomics,
- International Synergies LTD y
- Arctik.

CircLean cuenta con el apoyo de socios clave como A'SPIRE, EIT Raw Materials y ACR +

Si bien la reutilización de materias primas a través de la simbiosis industrial puede tener beneficios económicos y ambientales, todavía existen desafíos para su aceptación en Europa y que CircLean trata de afrontar, como son:

- **Falta de conciencia:** El concepto de Economía Circular es ahora ampliamente conocido en Europa. Aun así, todavía hay una falta de conciencia sobre el potencial que la simbiosis industrial puede jugar en su desarrollo.
- **Condiciones marco insuficientemente motivantes:** Todavía existen muy pocos incentivos de mercado para que las empresas inviertan en simbiosis industrial. Los precios de las materias primas primarias, los gravámenes por vertido o incineración no reflejan el

impacto ecológico de estas prácticas. La etapa de prevención de residuos también está subrepresentada en la jerarquía de residuos de la UE.

- **Falta de evidencia y reconocimiento:** La falta de estándares comunes para medir e informar sobre los intercambios simbióticos dificulta la adopción de la simbiosis industrial en Europa. La disponibilidad limitada de evidencia sobre los beneficios también puede hacer que las empresas se muestren reacias a invertir.

Para hacer frente a estos retos, **CircLean** tiene como objetivo establecer una **red** de industrias, autoridades públicas y asociaciones industriales para reflexionar sobre:

- **Metodología común**

Crear y poner a prueba una metodología común para medir e informar sobre el intercambio de recursos y los beneficios de los intercambios simbióticos.

- **Herramienta online**

Desarrollar una herramienta en línea para la evaluación, el emparejamiento y la recopilación de pruebas para respaldar las transacciones de simbiosis industrial.

- **Etiqueta CircLean**

Establecer la metodología común como protocolo voluntario y lanzar una Etiqueta CircLean para acreditar a los miembros que la cumplan.



Figura 30: Logo CircLean. Fuente <https://circlean-symbiosis.eu/#>

A.SPIRE (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency).

<https://www.spire2030.eu/>

A.SPIRE es la Asociación Europea que se compromete a gestionar e implementar la Asociación Público-Privada SPIRE. Representa industrias de procesos innovadores, el 20% del total del sector manufacturero europeo en empleo y facturación, y más de 150 partes interesadas en procesos industriales y de investigación de más de una docena de países repartidos por toda Europa. SPIRE reúne los sectores de cemento, cerámica, productos químicos, ingeniería, minerales y menas,

metales no ferrosos, pulpa y papel, refino, acero y agua, varios de los cuales son sectores líderes en el mundo que operan desde Europa.

La misión de A.SPIRE es garantizar el desarrollo de tecnologías habilitadoras y las mejores prácticas a lo largo de todas las etapas de las producciones de cadenas de valor existentes a gran escala que contribuirán a una industria de procesos eficiente en el uso de recursos.

A.SPIRE subvenciona diferentes tipologías de proyectos, entre los que se encuentra la **Simbiosis Industrial**.

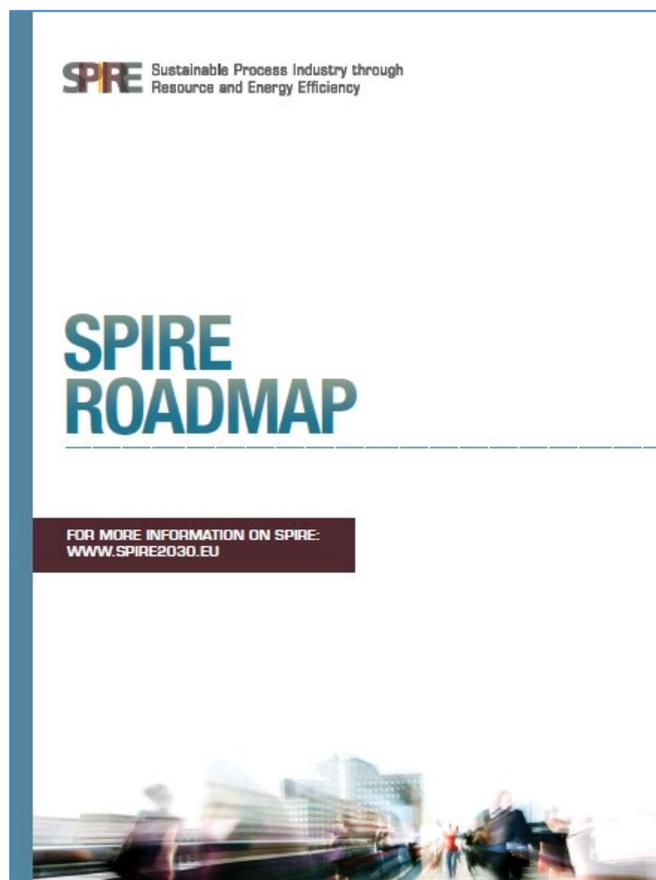


Figura 31: SPIRE ROADMAP. Fuente www.spire2030.eu/what/walking-the-spire-roadmap/spire-Roadmap.

A.SPIRE ha definido un documento denominado “SPIRE ROADMAP”, donde la SI y los polígonos/parques industriales también juegan su papel.

En este documento se establecen dos acciones clave ligadas a la SI:

“Acción clave 1.2: Valorización óptima de desechos, flujos de residuos y materiales reciclados al final de su vida útil como alimento.

*La valorización óptima de los desechos, los flujos de residuos y los materiales reciclados al final de su vida útil se puede realizar dentro del mismo sector, pero también entre diferentes sectores (por ejemplo, **en el contexto de la simbiosis industrial**). Lo que hoy se considera un desecho industrial o un flujo de residuos se utilizará total o principalmente como alimento. Esto contribuirá a una mayor eficiencia energética y de recursos de una manera muy visible. El objetivo es desarrollar y aplicar soluciones técnicas para maximizar la sustitución de productos básicos intensivos en recursos y energía o sus materias primas por desechos industriales, flujos de residuos y materiales reciclados al final de su vida útil.*

Acción clave 2.5: Nuevos conceptos de gestión de recursos y energía (incluida la *simbiosis industrial*)

*A nivel micro, los nuevos sistemas holísticos de gestión de recursos y energía, incluidas las huellas de agua y emisiones, incorporarán todos los datos relevantes a la rutina diaria de las plantas. Los Sistemas de Gestión de Energía (SGE) demandan nuevos conceptos debido a los desafíos que enfrenta la industria hoy para ser competitiva. Esto requiere integrar la gestión del lado de la demanda y la energía y los recursos descentralizados en el sistema existente. SGE debe ofrecer nuevos enfoques holísticos estandarizados que realicen optimizaciones de ahorro de costes de la oferta y la demanda de energía y recursos en áreas seleccionadas sobre la base de balances de energía, predicción de la demanda de energía, diagnóstico y optimización, incluida la recuperación de calor, tomando en consideración tanto las limitaciones económicas como las de sostenibilidad. El análisis de nuevas posibilidades de mejora y la forma de superar las barreras no técnicas también son un tema para futuros desarrollos con una metodología de evaluación adecuada con respecto a la eficiencia energética y de los recursos, la relevancia ambiental y la economía. Debemos evaluar no solo una industria aislada, sino también los flujos de energía y recursos de **todo un parque industrial basado en el concepto de simbiosis industrial.***

En este documento se propone una hoja de ruta, con una serie de etapas, en una de las cuales se incluye la Simbiosis Industrial:

Etapas 3: Medidas de impacto a medio y largo plazo (impacto de la eficiencia energética y de los recursos para 2020-2030).

La etapa 3 se enfocará en aquellos proyectos que revolucionan la industria de procesos a través del desarrollo innovador y requieren una inversión de capital significativa en nuevos procesos, incluidas las siguientes acciones:

- *Reemplazo de materiales de origen fósil por materiales de origen biológico que requieren procesos completamente nuevos;*
- *Reutilización de corrientes de residuos que requieren un rediseño completo de materiales, productos y procesos de producción relacionados;*
- *Nuevas aplicaciones eficientes en recursos que requieren procesos diseñados completamente nuevos;*
- ***Rediseño completo de parques industriales para realizar simbiosis industrial.***

4.5.2 Proyectos Europeos de SI.

PROYECTO FISSAC: Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain (Promoción de la simbiosis industrial para una industria sostenible de recursos intensivos a lo largo de la cadena de valor de la construcción).

<https://fissacproject.eu/es/>

El proyecto FISSAC involucra a agentes interesados en todos los niveles de la cadena de valor de la construcción y demolición para desarrollar una metodología y una plataforma software que facilite el intercambio de información, que fomente la **creación de redes de simbiosis industrial** y que replique esquemas piloto a nivel local y regional.

El modelo se basa en los tres pilares de la sostenibilidad:

- Medio ambiental (con un enfoque de ciclo de vida).

- Económico.
- Social (teniendo en cuenta a los interesados y el impacto en la sociedad).

FISSAC pretende demostrar la eficacia de los procesos, servicios y productos a diferentes niveles.

Procesos de fabricación

- Demostración de procesos de reciclaje en circuito cerrado para transformar los residuos en materias primas secundarias valiosas y aceptables.
- Demostración de los procesos de fabricación de los nuevos productos a escala industrial.

Validación de producto

- Demostración del eco-diseño de productos de construcción eco-innovadores (nuevos cemento y hormigón verde, azulejos cerámicos innovadores y materiales compuestos de plástico, madera y caucho) en procesos preindustriales, bajo un enfoque de ciclo de vida.
- Demostración a escala real de la aplicación y del rendimiento técnico de los productos de construcción eco-innovadores en diferentes casos de estudio.

Modelo de simbiosis industrial

- Demostración de la plataforma software.
- Evaluación de la replicabilidad del modelo a través del concepto de Living-Lab (como un ecosistema centrado en el usuario, de innovación abierta, que a menudo opera en un contexto territorial).

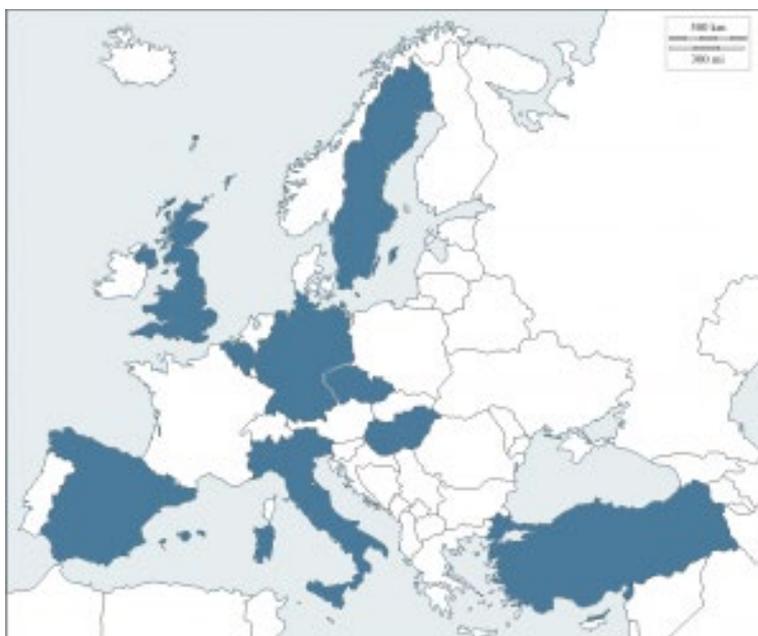


Figura 32: Países integrantes del proyecto FISSAC. Fuente www.spire2030.eu/what/walking-the-spire-roadmap/spire-Roadmap.

El proyecto FISSAC está coordinado por Acciona Construcción (España). El consorcio está compuesto por 26 socios de 9 países (8 Estados miembros de la UE y Turquía) e incluye:

- contratistas generales y empresas de ingeniería / construcción.
- organizaciones de investigación sin ánimo de lucro.
- PYMES de diferentes campos de negocios sostenibles.

- autoridades públicas.
- organizaciones industriales de fabricación y uso intensivo de energía.
- organismos de normalización y certificación.
- organizaciones locales y regionales de gestión sostenible de los recursos.

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea y se ha realizado en el periodo septiembre de 2015 a febrero de 2020.

En el documento del proyecto denominado “Identification of best practices and lessons learnt in Industrial Symbiosis. Executive summary” de febrero 2016, se hace el siguiente resumen sobre 60 casos de buenas prácticas identificados:

- 21 casos de simbiosis industrial (SI) basados en materiales de construcción, donde la mayor parte del intercambio de materiales es de los sectores de la construcción.
- 14 casos de SI basados en calor y energía, donde la base de la simbiosis es la energía, aunque, posteriormente, también se pueden intercambiar otros materiales.
- 13 casos de SI donde dos o más instalaciones industriales o empresas en las que los desechos o subproductos de una se convierten en materia prima de otra. Estos casos no se basan especialmente en materiales de construcción, pero pueden ser fuente de inspiración para el proyecto FISSAC.
- 13 casos de normativas, planes, programas de Investigación y Desarrollo que no son exactamente casos de SI pero que son experiencias interesantes de normativas, planes o programas de I + D relacionados con la sostenibilidad del sector de la construcción.

PROYECTO SCALER.

<https://www.scalerproject.eu/>

SCALER (**SCAL**ing European Resources con simbiosis industrial) tiene como objetivo aumentar la aceptación de la simbiosis industrial en toda Europa. En el marco de la iniciativa Horizonte 2020 de la Unión Europea, el proyecto desarrolla un conjunto de mejores prácticas, herramientas y pautas que ayudarán a las empresas **y a los polígonos industriales** a trabajar juntos para garantizar el uso sostenible de los recursos.

La misión del proyecto es ampliar con éxito la entrega de valor añadido en los recursos físicos europeos (materiales, agua y energía) mediante la implementación rápida y eficiente de la simbiosis industrial en todo el territorio europeo. Al lograr la simbiosis industrial, las empresas industriales europeas serán más eficientes en cuanto a recursos y, por lo tanto, más competitivas, los territorios se revitalizarán con vínculos industriales y las comunidades participarán en la transformación del sistema industrial europeo. Esto se lleva a cabo mediante el desarrollo de planes de acción y soluciones adaptadas a las comunidades y partes interesadas de la industria.

El proyecto trabaja en estrecha colaboración con una amplia gama de partes interesadas, incluidas redes industriales, consultorías, investigadores y responsables de políticas en varios niveles geográficos y políticos, para ofrecer herramientas y directrices prácticas para los actores de la industria que participan en la eficiencia, la reutilización y el intercambio de recursos.

Para lograr este objetivo, SCALER **ha desarrollado un conjunto de informes y guías**, basados en la investigación y la consulta con actores activos **en el campo de la simbiosis industrial**, y que están disponibles en la página web del proyecto.



Figura 33: Ejemplo de Guía proyecto SCALER. Fuente: <https://www.scalerproject.eu/>

Los socios del proyecto son los siguientes:

- **ISQ**
 ISQ es una empresa privada e independiente que ofrece servicios de inspección, pruebas, formación y consultoría técnica. Fundada en 1965, ISQ brinda soluciones a clientes de todos los sectores, para asegurar que sus activos y productos cumplan con las normas y regulaciones ambientales, de calidad, salud y seguridad. Apoyan la mejora del desempeño y la reducción de riesgos de sus clientes, ofreciendo servicios y soluciones innovadores y de alta calidad, ayudando a sus infraestructuras, equipos, procesos y productos a cumplir con los estándares y regulaciones de calidad, seguridad, medio ambiente y responsabilidad social.
- **EIT CLIMATE-KIC**
 EIT Climate-KIC es la asociación de innovación público-privada más grande de Europa centrada en el cambio climático, formada por empresas dinámicas, las mejores instituciones académicas y el sector público. Al integrar la educación, el espíritu empresarial y la innovación, Climate-KIC transforma el conocimiento y las ideas en productos o servicios económicamente viables que ayudan a mitigar el cambio climático. Climate-KIC es una de las tres comunidades de conocimiento e innovación (CCI) creadas en 2010 por el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT), un organismo de la UE cuya misión es crear un crecimiento sostenible.
- **QUANTIS**
 Quantis guía a las principales organizaciones para definir, dar forma e implementar soluciones inteligentes de sostenibilidad ambiental. En pocas palabras, sus creativos toman la ciencia más reciente y la hacen viable. Ofrecen estrategias resistentes, métricas sólidas, herramientas útiles y comunicaciones creíbles. Con oficinas en los EE. UU., Francia, Suiza, Alemania, Italia y Colombia y clientes en todo el mundo, Quantis es un socio clave para inspirar cambios sostenibles a escala global.
- **STRANE INNOVATION.**
 Strane Innovation es una incubadora de empresas emergentes centrada en el desarrollo sostenible (energía, transporte, agua, medio ambiente, TIC y sistemas inteligentes). Strane participa en 12 start-ups sobre diversos temas como optimización industrial, sensores para la industria, centrales nucleares de nueva generación, microenergía, camiones mutualizados

para logística, autonomía energética de viviendas en zonas rurales y evaluación térmica del calor en edificios. Strane también ha desarrollado un sólido departamento de investigación y actualmente participa en 6 proyectos europeos sobre simbiosis industrial y economía circular, nexos agua-energía-alimentos-tierra-clima y soluciones basadas en la naturaleza.

- UNIVERSIDAD DE CAMBRIDGE

El Centro de Sostenibilidad Industrial (CIS) del Instituto de Fabricación (IfM) forma parte del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Cambridge. El propósito de CIS es contribuir al desarrollo de sociedades más sostenibles donde las industrias comprendan mejor cómo responder a los desafíos ambientales, económicos y sociales y transformar el comportamiento industrial. CIS trabaja para desarrollar conocimientos y herramientas de vanguardia que aceleren la transición hacia un sistema industrial sostenible. El Centro trabaja en colaboración con centros de investigación de todo el IfM y con otras universidades y socios industriales. CIS proporciona conocimientos y herramientas para ayudar a los fabricantes a aprovechar las oportunidades de un futuro sostenible.

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea y se ha desarrollado en el periodo 2017 – 2020.

PROYECTO SYMBI (Industrial Symbiosis for Regional Sustainable Growth and a Resource Efficient Circular Economy).

www.interregeurope.eu/symbi/

El proyecto **SYMBI** contribuye a mejorar la implementación de políticas y programas de desarrollo regional relacionados con la promoción y difusión de la Simbiosis Industrial y la Economía Circular de 7 países participantes y alineados con la estrategia de Economía Circular de la Comisión Europea, para transformar Europa en una economía más competitiva, basada en el uso eficiente de los recursos.

El objetivo general de SYMBI es empoderar a las regiones para construir economías sostenibles, resistentes a las presiones ambientales y al cambio climático. El proyecto apoya la implementación de instrumentos de política y medidas para la difusión de la simbiosis industrial, para añadir valor, reducir los costes de producción y aliviar las presiones ambientales a través de una mayor eficiencia de recursos y emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, a través del desarrollo de las actividades, SYMBI obtendrá:

- Fomentar los sistemas regionales de transformación de residuos;
- Promover el uso de materias primas secundarias y el surgimiento de un mercado regional de materias primas secundarias;
- Priorizar la contratación pública ecológica;
- Desbloquear inversiones de actores financieros regionales y locales;
- Explorar, evaluar, expandir y mejorar las prácticas actuales en ecosistemas de innovación industrial;
- Sensibilizar al público sobre la simbiosis industrial y la economía circular.

El proyecto está liderado por la **Fundación FUNDECYT-Parque Científico y Tecnológico de Extremadura** y cuenta, además, con los siguientes socios:

- Consejo Regional de Häme (Finlandia).
- Universidad de Ciencias aplicadas de Häme (Finlandia).
- La Región de Malopolska (Polonia).
- Fundación Regional Transdanubial Pannon Novum Este (Hungría).
- Ayuntamiento de Kozani (Grecia).
- Cámara de Comercio de Molise (Italia).
- Oficina Gubernamental para el Desarrollo y las políticas de Cohesión Europea (Eslovenia).

- Agencia para el Desarrollo de la Región urbana de Liubliana (Eslovenia).
- **Consejería de Agricultura, ganadería, pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía (España).**

SYMBI está financiado por Interreg Europa y el periodo de funcionamiento del proyecto abarca desde el 1 de abril de 2016 hasta el 31 de marzo del 2021.

PROYECTO TRIS (Transition Regions towards Industrial Symbiosis)

www.interregeurope.eu/tris/

A pesar de las ventajas reconocidas, la SI aún no está completamente extendida. El desafío al que se enfrenta TRIS es permitir una adopción sistémica de SI en 5 regiones europeas, ayudando a los responsables políticos a aumentar la competitividad de sus pymes mediante la introducción de prácticas de SI. Para hacerlo, el consorcio TRIS:

- Identifica elementos facilitadores y obstáculos para incorporarlos (o eliminarlos) de los instrumentos políticos apropiados.
- Interactúa con los actores que pueden impulsar y / o verse afectados por el cambio para involucrarlos en redes locales estructuradas.

A partir del conocimiento ya adquirido en la iniciativa Climate-KIC, TRIS se beneficia enormemente de la cooperación interregional, dada la diversidad en términos de geografía, sistema productivo y madurez de las prácticas de SI: la ciudad de Birmingham, líder del proyecto, es la más avanzada, Las regiones de Hungría y Emilia-Romaña ya han probado proyectos piloto, mientras que las regiones de Småland och Öarna y **Valencia** han abordado el tema más recientemente. Industrial Symbiosis Ltd desempeñará una función tanto de asesoramiento como de difusión, actuando como puente entre el consorcio y la perspectiva europea.

TRIS está decidido a causar los siguientes CAMBIOS y lograr los siguientes RESULTADOS:

- Concienciar sobre los conceptos de SI y sus beneficios económicos y ambientales.
- Causar un cambio de mentalidad y construir una cultura de cooperación en los grupos de partes interesadas (incluidas las pymes y los actores políticos).
- Estandarizar las prácticas de SI en instrumentos de política regional.
- Lanzamiento de iniciativas tangibles en las regiones: llegar a más pymes, apoyar su negocio con nuevos casos / proyectos de SI, prevenir la producción de residuos industriales, probar nuevos modelos de gobernanza.
- -Llevar la SI a una posición más alta en la agenda política europea.

TRIS está financiado por Interreg Europa y el periodo de funcionamiento del proyecto abarca desde el 1 de abril de 2016 hasta el 31 de marzo del 2021.

PROYECTO ULTIMATE: Water Smart Industrial Symbiosis

<https://ultimatewater.eu/>

ULTIMATE tiene como objetivo crear valor económico y aumentar la sostenibilidad mediante la valorización de los recursos dentro del ciclo del agua.

Las aguas residuales desempeñan un papel clave tanto como recurso reutilizable como también como portador de energía y materiales que se extraerán, tratarán, almacenarán y reutilizarán dentro de un ecosistema industrial dinámico socioeconómico y empresarial.

ULTIMATE implementa la Water Smart Industrial Symbiosis en nueve casos de negocios a gran escala del sector agroalimentario, petroquímico y biotecnológico internacional:

- 1- Tarragona (ES)
- 2- Nieuw Prinsenland (NL)
- 3- Rosignano (IT)
- 4- Nauplia (EL)
- 5- Lérida (ES),
- 6- Ostrava (CZ)
- 7- Karmiel, Shafdan (IL)
- 8- Tain (Reino Unido)
- 9- Saint-Maurice l'Exil (FR)
- 10- Kalundborg (DK)

ULTIMATE tiene como objetivo convertirse en un catalizador de un tipo especial de simbiosis industrial, que se denomina “Simbiosis industrial inteligente con agua” (WSIS). El agua y las aguas residuales juegan un papel clave como recurso reutilizable.

Están definidas tres áreas principales de acción:

- REUTILIZAR AGUA
Recuperar, refinar y reutilizar aguas residuales de industrias y municipios.
- EXPLOTAR ENERGÍA
Extraer y explotar energía, gestión combinada de agua y energía, transferencia, almacenamiento y recuperación de calor mediante agua.
- RECUPERAR MATERIALES
Minería y reutilización de nutrientes, extracción y reutilización de compuestos explotables de alto valor añadido.

El proyecto implementará nueve estudios de caso de simbiosis industrial inteligente con el agua en cuatro entornos geográficos diferentes: Europa occidental, central y meridional y el sudeste del Mediterráneo. Los principales objetivos son evaluar y demostrar el desempeño a gran escala de la viabilidad técnica de tecnologías innovadoras y estrategias de simbiosis.

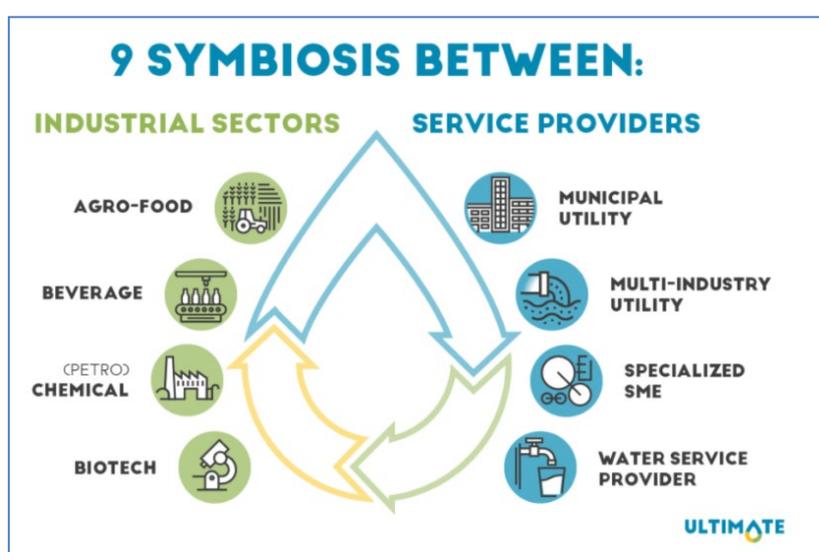


Figura 34: Participantes en los proyectos de SI. Fuente: <https://ultimatewater.eu/>

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea y se desarrollará en el periodo 1 de junio 2020 a 30 de mayo de 2024 (4 años).

PROYECTO INSIGHT: Fostering Industrial Symbiosis through the development of a novel and innovative training approach

<https://www.insight-erasmus.eu/the-project/what-to-expect/>

Los seis socios de INSIGHT son:

- EcoRes (líder del proyecto). Bélgica.
- Styrian Technology Park. Eslovenia.
- Centrul National pentru Productie si Consum Durabile. Rumanía.
- Sistemi Formativi Confindustria. Italia.
- **Centro Tecnológico Del Mueble y La Madera de La Región de Murcia (CETEM). España.**
- **Símbiosy. España.**

Estos socios trabajarán juntos para lograr lo siguiente:

- Diseñar y desarrollar un plan de estudios conjunto (JC) para desarrollar y fomentar nuevas habilidades en los estudiantes de FP con la participación de partes interesadas y expertos en educación;
- Entregar el JC en la plataforma de aprendizaje electrónico y proyectarlo bajo licencias abiertas;
- Desarrollar una estrategia de proyecto y directrices de gobernanza para incluir la simbiosis industrial;
- Dotar a los usuarios de FP y otros usuarios objetivo con las habilidades y el conocimiento adecuados sobre la simbiosis industrial de hoy y de mañana y para fomentar un desarrollo sostenible e innovador;
- Crear nuevas oportunidades laborales para personas con las habilidades necesarias;
- Impulsar nuevos negocios relacionados con la simbiosis industrial cumpliendo con los principios de la economía circular.

Algunos de los resultados a lograr de este proyecto son:

- Facilitador de simbiosis industrial: estudio clave basado en conocimientos, habilidades y calificaciones actuales en relación con la simbiosis industrial.
- Plan de estudios conjunto:

Para desarrollar el perfil profesional del Facilitador de simbiosis industrial, los socios de INSIGHT diseñaron un plan de estudios de capacitación específico. Construido teniendo en cuenta el Marco Europeo para la Educación y la Formación Profesionales (VET), el curso de formación se compone de cinco módulos divididos en varias unidades de formación. Los resultados del aprendizaje en términos de conocimientos, habilidades y competencias están asociados a cada unidad. El plan de estudios INSIGHT tendrá una duración de 150 horas, correspondientes a un total de 6 créditos oficiales.

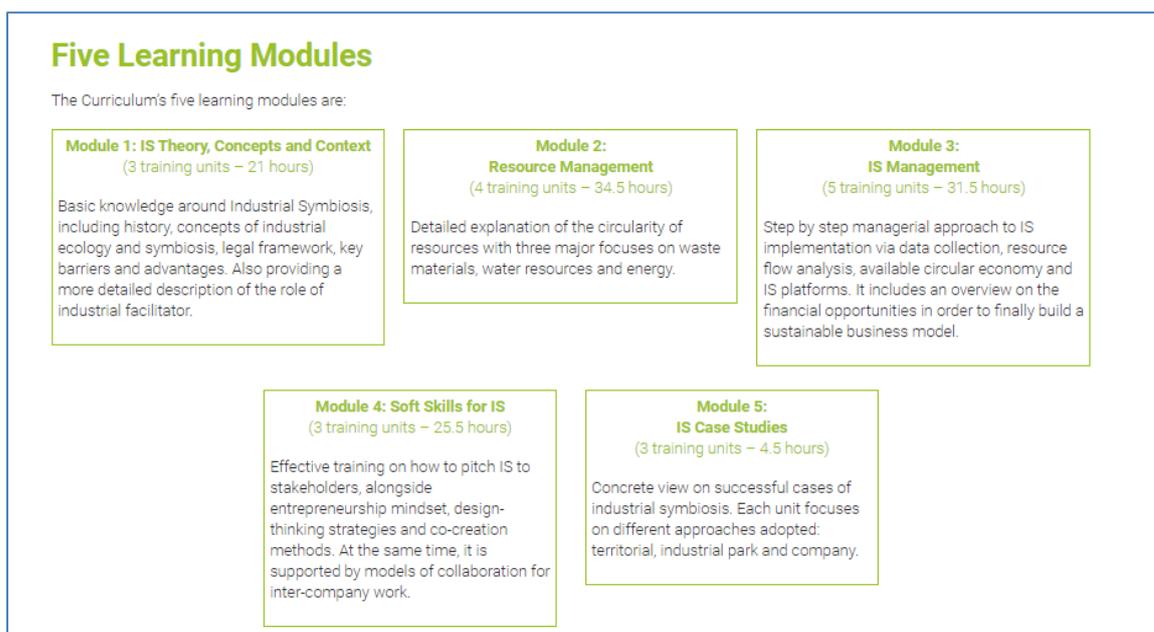


Figura 35: Los cinco módulos de aprendizaje del Plan de Estudios conjunto sobre SI. Fuente: Proyecto Insight.

- Plataforma colaborativa y de entrenamiento

Para alimentar el currículum conjunto INSIGHT se crearán todos los materiales didácticos necesarios para las unidades de aprendizaje: materiales didácticos como apuntes, diapositivas y videos, propuestas de actividades y prácticas de aprendizaje, lecturas recomendadas, exámenes, etc.

Se creará un curso de e-learning, reuniendo estos diferentes materiales formativos en un MOOC. Este curso online sobre simbiosis industrial incluirá un foro a modo de red europea para debatir temas como nuevas políticas de economía circular, intercambio de buenas prácticas, etc.

La plataforma estará disponible en los diferentes idiomas del proyecto INSIGHT.

- Especificación para la Simbiosis Industrial.

Con el fin de ofrecer algunas soluciones para el cambio de sistema de producción lineal a circular, el consorcio INSIGHT preparará una especificación. Este documento proporcionará una hoja de ruta de cómo se espera que las actividades de las organizaciones funcionen en función de los principios de simbiosis industrial deseados mediante el uso de ciertos insumos y recursos.

El proyecto está financiado por el Programa Erasmus Plus KA2 y el periodo de ejecución abarca desde septiembre de 2019 hasta febrero de 2022

PROYECTO PAPERCHAIN.

Web: www.paperchain.eu

El proyecto paperChain incluye a 20 socios de cinco países de la UE (Portugal, España, Eslovenia, Francia, Suecia) comprometidos con el impulso de la circularidad. El **proyecto lo coordina la empresa Acciona Construcción (España).**

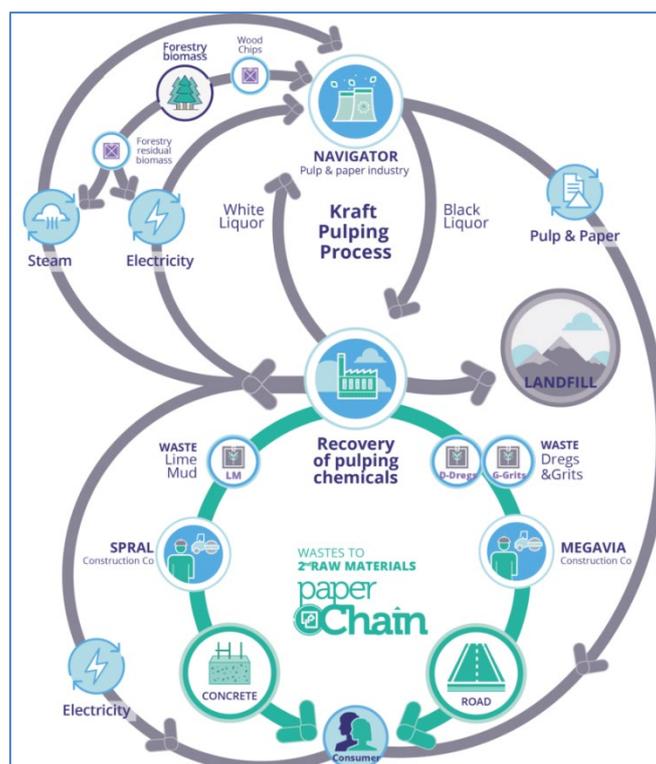


Figura 36: Cadena de valor del proyecto Paperchain. Fuente: www.paperchain.eu.

PaperChain es un proyecto financiado por la Comisión Europea (programa H2020 de investigación e innovación) destinado a contribuir al objetivo de cero residuos y a demostrar el concepto de economía circular. El uso de estos residuos específicos contribuirá a reducir su actual depósito en vertederos, pero también contará con otros beneficios asociados, como la reducción de las emisiones de CO₂, a través de la futura sustitución de materias primas naturales, como son los materiales de relleno y los áridos finos.

El proyecto incluye cinco casos de demostración en tres sectores operativos diferentes: construcción, productos químicos y minería. Portugal acoge con satisfacción los casos centrados en estructuras de hormigón prefabricadas y mezclas bituminosas para pavimentación de carreteras, mientras que España prueba las capas de estabilización del suelo en carreteras. En Eslovenia, por otra parte, se está analizando material compuesto para la estabilización de la pendiente. En Suecia se están investigando aplicaciones en los sectores químico y minero, a través de capas de sellado en minas. También en Suecia se produce bioetanol para la producción de productos químicos secundarios.

Durante el proyecto, se ejecutarán cinco casos demostradores de simbiosis industrial, en cinco países diferentes, consistentes en:

- Caso 1: Construcción.

Objetivo: Valorización de los residuos caustificantes de la industria del papel (es decir, lodos de cal, sémola de apagado y heces de licor verde) como materias primas secundarias para la fabricación de hormigón y asfalto.

Lugar: PORTUGAL.

Resultado: Barro de cal como relleno de hormigón; sémola de apagado y DREGS como agregados para pavimentos asfálticos.

- Caso 2: Construcción.

Objetivo: Valorización de la ceniza producida en la valorización energética de los residuos de papel producidos por las plantas de Reciclaje de Pulpa como ligante alternativo para trabajos de estabilización de suelos en proyectos viales.

Lugar: ESPAÑA

Resultado: WPA y WPBA como aglutinantes hidráulicos alternativos para carreteras.

- Caso 3: Construcción.

Objetivo: Valorización de lodos de papel destinado y cenizas de papel de desecho producidas por Plantas de Reciclaje de Celulosa para la rehabilitación y estabilización de taludes de deslizamientos de tierra en líneas de Ferrocarril.

Lugar: ESLOVENIA

Resultado: Compuesto DPA + DPS para aplicaciones ferroviarias (estabilización de deslizamientos).

- Caso 4: Sector Químico.

Objetivo: Valorización de los residuos de lodos de fibras generados por la industria de la celulosa como materias primas secundarias para la producción de derivados del etanol para la industria química (es decir, pinturas).

Lugar: SUECIA.

Resultado: Lodos de fibras para productos químicos avanzados a base de bioetanol.

- Caso 5: Sector Minería.

Objetivo: Valorización de las heces de licor verde producidas por la industria de la celulosa como capas de sellado reactivas para la mitigación del drenaje de rocas ácidas en depósitos de residuos mineros.

Lugar: SUECIA

Resultado: DREGS como capa de sellado para desechos mineros.

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea y se desarrollará en el periodo 2017-2021.

4.5.3 Herramientas para compartir conocimiento sobre SI.

CIRCULATOR.

www.circulator.eu

CIRCULATOR es una herramienta de autoservicio y una plataforma abierta para el intercambio de conocimientos que permite a los usuarios seleccionar casos basados en aspectos clave en torno a modelos circulares de negocios y simbiosis industrial.

The Circulator es un proyecto financiado por EIT Raw Materials destinado a ayudar a tomar decisiones estratégicas conscientes con respecto a la sostenibilidad de su modelo de negocio y propuesta de valor.

El proyecto ofrece una herramienta basada en la web que proporciona una descripción general de los modelos comerciales más relevantes para la industria de las materias primas en el contexto de la economía circular, así como estudios de casos relevantes.

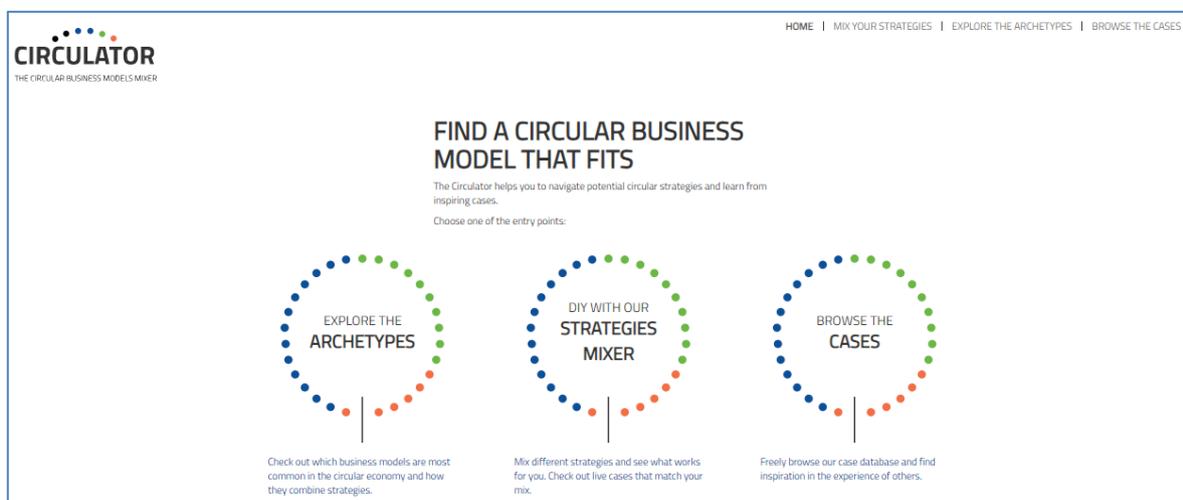


Figura 37: Circulator. Fuente: www.circulator.eu.

MAESTRI

www.maestri-spire.eu/symbiosis-space/library-case-studies/

El proyecto MAESTRI tiene como objetivo promover la sostenibilidad de las industrias de fabricación y procesos europeos proporcionando un sistema de gestión en forma de plataforma flexible y escalable para promover y simplificar la implementación de un enfoque innovador, el Marco de Eficiencia Total. Basado en un enfoque holístico que combina diferentes métodos y herramientas de evaluación, el propósito general del Marco es generar mejoras de manera continua y aumentar la competitividad ecológica fomentando la sostenibilidad en las operaciones de rutina.

Su enfoque conceptual se basará en una perspectiva de ciclo de vida, centrada en modelos de simulación dinámica y optimización, tanto de sistemas individuales como complejos, para comprender mejor los procesos y las oportunidades de agregar valor. Este enfoque del ciclo de vida es importante para evitar que los problemas pasen de una etapa del ciclo de vida a otra.

MAESTRI ofrece una biblioteca de estudios de **casos de simbiosis industrial** e intercambios vinculados que contiene información relacionada con casos existentes. Una sección presenta la descripción de los estudios de caso, mientras que la base de datos de intercambios describe todos los recursos de intercambio utilizados.

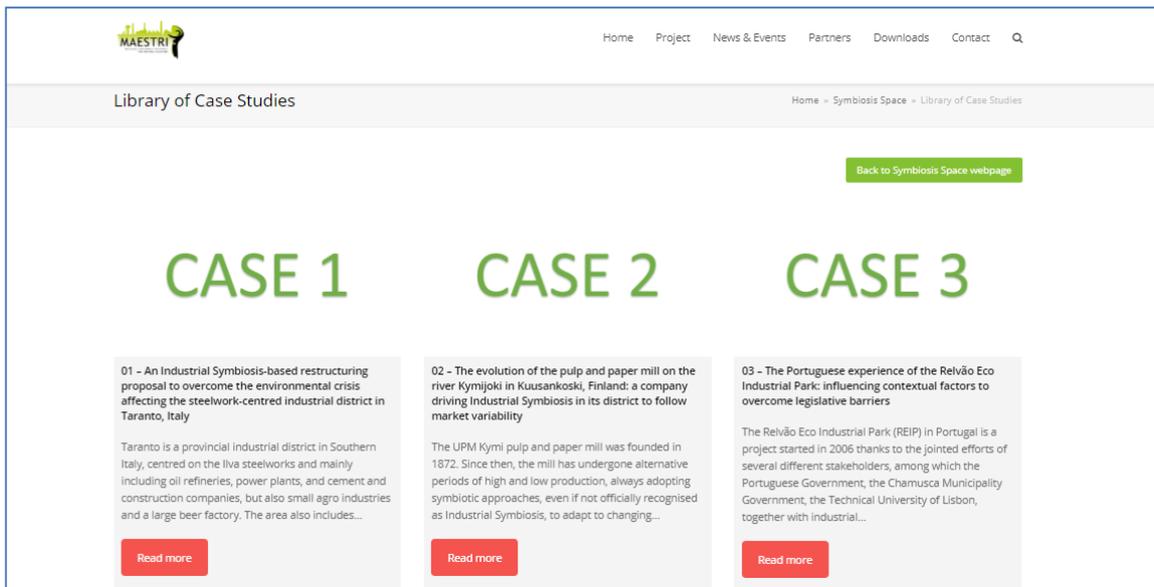


Figura 38: Casos de estudio de MAESTRI. Fuente: Maestri

IS DATA.

www.isdata.org/

El repositorio **Industrial Symbiosis DATA** es una plataforma abierta para recopilar y suministrar información estructurada sobre simbiosis industrial. Además de proporcionar una fuente de actividades de mejores prácticas, la plataforma se ha establecido para permitir que varios segmentos de usuarios utilicen estos datos en simbiosis industrial junto con otros conjuntos de datos abiertos o patentados. Se ha creado una colección de herramientas para respaldar la utilización de las diversas fuentes de datos para ayudar a los usuarios de la plataforma de acuerdo con sus diversos intereses y objetivos.

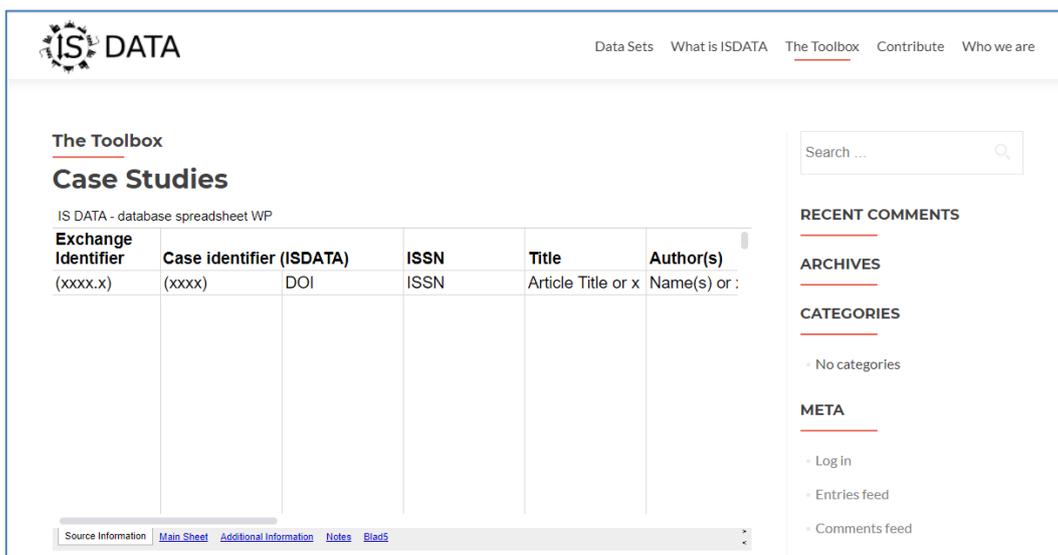


Figura 39: Base de datos de casos de estudio Fuente: IS DATA.

5 LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN ESPAÑA

5.1 Estrategia de economía circular de España 2020-2030

El 2 de junio de 2020, el Consejo de Ministros aprobó **la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC) —“España Circular 2030”**—, que sienta las bases para superar la economía lineal e impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible; en el que se minimice la generación de residuos y se aprovechen al máximo aquellos cuya generación no se haya podido evitar.

“España Circular 2030” marca objetivos para la década que permitirán, entre otros, **reducir en un 30% el consumo nacional de materiales, mejorar un 10% la eficiencia en el uso del agua y recortar un 15% la generación de residuos respecto a 2010**, lo que posibilitará situar las emisiones de gases de efecto invernadero del sector residuos por debajo de los 10 millones de toneladas en 2030. **La Simbiosis Industrial, como parte integrante de la economía circular, puede ayudar al cumplimiento de estos objetivos.**

Su ejecución se materializará a través de sucesivos **planes de acción trienales**, que recogerán las medidas concretas a desarrollar por la Administración General del Estado para implementar actuaciones en economía circular en España. **El primero de ellos será presentado a finales de 2020 y abarcará el período 2021-2023.**

A nivel nacional, la adopción de la EEEC estaba prevista en la Declaración de Emergencia Climática y ambiental aprobada en enero de 2020, que la incluye entre las líneas prioritarias de actuación, y es coherente con el proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética, que fija un objetivo de alcanzar la neutralidad climática a más tardar en 2050.

Además, entronca con las principales iniciativas internacionales en materia ambiental, como la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible o el Acuerdo de París sobre el cambio climático, así como con los postulados del Pacto Verde Europeo y de los dos Planes de Acción de la Comisión Europea en esta materia.

La estrategia contribuye así a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, limpia y eficiente en el uso de los recursos y competitiva. Un enfoque consecuente con hacer posible una transición justa y solidaria hacia un nuevo modelo que promueva la protección del medio ambiente y la transformación del sistema productivo y, al mismo tiempo, el progreso, el bienestar social y la igualdad de género.

La consecución del reto de lograr la transición hacia la economía circular requiere de la colaboración, participación e implicación de toda la sociedad, no solo de las Administraciones Públicas sino también de todos los sectores económicos —fabricación, producción, distribución y gestión de residuos—, que han de incorporar la innovación como elemento clave para la consecución de los objetivos propuestos. Además, la Estrategia prevé que jueguen un papel central los agentes sociales y, muy especialmente, los consumidores y ciudadanos, cuyas decisiones de compra de productos, así como su compromiso con la separación de residuos, son fundamentales.

Objetivos de la Estrategia Española de Economía Circular 2020-2030

Se estima que nuestro país necesita más de dos veces y media su superficie para abastecer las necesidades de nuestra economía. Además de los impactos ambientales que esto comporta, los datos demuestran la ineficiencia del modelo y la dependencia agravada del exterior, que hacen a nuestra economía más dependiente y vulnerable y menos competitiva.

España Circular marca los siguientes objetivos para el año 2030:

- Reducir en un 30% el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.
- Disminuir la generación de residuos un 15% respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020, contribuyendo así a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización, hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.
- Mejorar un 10% la eficiencia en el uso del agua.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO2 equivalente.

Sectores

Aunque la Estrategia de Economía Circular está dotada de un carácter transversal, identifica seis sectores prioritarios: **construcción, agroalimentario, pesquero y forestal, industrial, bienes de consumo, turismo y sector textil y confección**. En particular, es fundamental aprovechar las oportunidades que ofrece la economía circular para desarrollar una industria española centrada en el reciclaje.

En este marco el reto es preparar el mercado de trabajo para la transición a una economía circular y baja en emisiones, tanto desde la perspectiva de los trabajadores, adaptando sus capacidades y habilidades a las nuevas demandas del mercado a través de las políticas activas del mercado de trabajo, como desde la perspectiva de las empresas y Administraciones Públicas, adaptando la cultura empresarial a los principios de la responsabilidad social, empresarial, y garantizando las condiciones de seguridad y salud en los puestos de trabajo afectados por el cambio a la economía circular.

Además, debe hacerse de forma que permita a las empresas ser eficientes sin incurrir en cargas excesivas, mejorando su productividad, capacidad de contratar, sus inversiones y sus oportunidades de internacionalización.

Principios, líneas de actuación y políticas para el cambio

Los principios generales que inspiran esta Estrategia son: protección y mejora del medio ambiente; acción preventiva; descarbonización de la economía; el principio de “quien contamina paga”; protección de la salud; racionalización y eficiencia; cooperación y coordinación entre las Administraciones Públicas; participación pública; desarrollo sostenible, solidaridad entre personas y territorios; integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones; mejora de la competitividad de la economía y generación de empleo de calidad.

Teniendo en cuenta estos principios, se establecen ocho líneas principales de actuación sobre los que se focalizarán las políticas e instrumentos de la Estrategia de Economía Circular y sus correspondientes planes de actuación. Cinco de ellas relacionadas con el cierre del círculo e **inciden en aspectos de Simbiosis Industrial: producción, consumo, gestión de residuos, materias primas secundarias, y reutilización del agua**. Y las tres restantes, con carácter transversal: Sensibilización y participación, Investigación, innovación y competitividad, y Empleo y formación.

España Circular 2030 señala, como políticas clave para avanzar en economía circular, la política económica, de fiscalidad, empleo, I+D+i, de consumo, la política industrial, del agua, agraria y de desarrollo de áreas rurales.

Modelo organizativo

El enfoque multidisciplinar e inclusivo de la Estrategia requiere incorporar la perspectiva de las diferentes Administraciones y unidades para que mantenga una visión completa y transversal en las políticas sectoriales implicadas, así como de los agentes sociales y económicos. De este modo, la EEEC plantea un modelo organizativo conformado por varios comités:

- una Comisión Interministerial de Economía Circular, con representantes de los ministerios afectados, a la que le corresponderá evaluar y hacer las propuestas sobre las políticas y medidas a incorporar en las políticas sectoriales, así como realizar el seguimiento y evaluación de los sucesivos planes de acción en materia de economía circular, y en definitiva de la Estrategia;
- un grupo de trabajo en el seno de la Comisión de coordinación en materia de residuos, con representantes autonómicos y locales, como administraciones con potestad para completar la legislación básica y ejecutar tales medidas;
- un Consejo de Economía Circular, como espacio de colaboración público-privada con todos los agentes económicos y sociales y otros sectores implicados en el cambio de modelo.

La EEEC recoge también un conjunto de indicadores para evaluar su grado de implantación, que se corresponden con los adoptados a nivel europeo, dado que va a ser el marco con el que se puede comparar nuestro avance con respecto al resto de Estados miembros, al que se añade la contribución del sector residuos a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En definitiva, España Circular 2030 se configura como un documento marco que permitirá avanzar hacia una economía circular a través de la puesta en marcha de distintos planes de acción. Esto permitirá que, conforme se vayan ejecutando las diferentes acciones, se vayan evaluando sus efectos y, en su caso, se puedan realizar los ajustes necesarios para conseguir los objetivos previstos tanto en los planes de acción como, en definitiva, en la Estrategia para 2030.

5.2 Proyectos y experiencias de SI más destacados, desarrollados en España.

En los últimos años se han puesto en marcha varios proyectos con el objetivo de fomentar la simbiosis industrial en varios municipios, provincias y comunidades autónomas, pero no se han detectado proyectos vinculados únicamente a polígonos industriales.

Los proyectos más destacados y con mayor continuidad en el tiempo, son los desarrollados en municipios de la provincia de Barcelona, “Manresa en Simbiosis”, en Manresa y “Simbiosis industrial: revalorización de los recursos sobrantes” en Barberá del Vallés, Sabadell y Sant Quirze del Vallés.

En los últimos años se puede destacar la puesta en marcha de proyectos para fomentar la simbiosis industrial en diferentes Comunidades Autónomas, como: Madrid, Comunidad Valenciana, Galicia, etc.

Se menciona también el proyecto transnacional PAPERCHAIN, ya referenciado en el apartado 4.5.2 y ofreciendo, en este caso, una Buena Práctica desarrollada en Aragón.

En la siguiente tabla se muestran los proyectos de simbiosis industrial más destacados de los últimos años, y posteriormente se describen los detalles de los mismos.

Nombre del proyecto	Año	Promotores	Ámbito geográfico
Manresa en Simbiosis	2015	Ayuntamiento de Manresa (Barcelona) y Agencia de Residuos de Cataluña	Manresa
Simbiosis industrial: revalorización de los recursos sobrantes	2014	Ayuntamiento de Barberá del Vallés, Sabadell y Sant Quirze del Vallés	Barberá del Vallés, Sabadell y Sant Quirze del Vallés
RETOPROSOST-2-CM Producción sostenible y simbiosis industrial en la Comunidad de Madrid	2019-2022	Universidad Complutense de Madrid (coordinador). Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC (CIB-CSIC). Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Servicio de Proteómica y Genómica (CIB-CSIC)	Comunidad de Madrid
SYMBINET-ECO: una plataforma para la valoración de residuos mediante simbiosis industrial	2020	Centros tecnológicos de la Comunidad Valenciana: AIDIMME: sector metal y madera AINIA: sector agroalimentario ITC: cerámica y aplicaciones constructivas, ITI: sector TIC's	Comunidad Valenciana
Proyecto FISSAC Promoción de la simbiosis industrial a través de la cadena de valor en la construcción.	2015-2020	Proyecto liderado por Acciona, con 26 socios de 9 países, en España está UNE, Tecnalia, CSIC, Keraben, Simbiosy y Fundación Agustín de Betencourt	España y Europa, en el sector de la construcción
Proyecto INSYLAY: Implantación de modelos de cooperación sostenible entre empresas industriales	2017	AIDIMME	Comunidad Valenciana
Proyecto SAREA: promoción de la simbiosis industrial en empresas guipuzcoanas	2020	Departamento de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Guipúzcoa	Provincia de Guipúzcoa
Proyecto BIALAC: bioplásticos de suero láctico	2018-2020	EMALCSA, Abakal Ingenieros Consultores, Innolact, Ecoplas, Bioengin, Labplast.	La Coruña.
Proyecto PAPERCHAIN	2017-2021	Acciona, UPC, Tecnalia, SAICA	Comunidad Autónoma de Aragón

Tabla 4: Principales proyectos de Simbiosis Industrial desarrollados en España. Elaboración propia.

A continuación, se exponen varios casos de Buenas Prácticas de SI desarrollados en el marco del Proyecto “Manresa en Simbiosis”.

Buena Práctica: SI a partir de los residuos plásticos.

¿Quién genera el residuo?

Tecnum, fundada en el año 1957 en Manresa, es una empresa especializada en la fabricación de instalaciones para el manejo de fluidos, tanto líquidos como gases, corrosivos volátiles. Su actividad y productos se suministran en todo el mundo ya que cuentan con una amplia red internacional de colaboradores y fabricantes.

Para el desarrollo de su actividad, Tecnum compra barras extruidas de polipropileno. Éstas constituyen su materia prima y serán tratadas por Tecnum con el objetivo de hacer fluir por ellas un determinado fluido, generándose una gran cantidad de desechos plásticos en forma de virutas de polipropileno.

¿Quién aprovecha el residuo?

Lutesor, empresa localizada en Sant Fruitós de Bages desde 1970, dedicada a la fabricación de semiacabados termoplásticos y especializados en barras de polipropileno y polietileno.

¿En qué consiste la simbiosis?

Los restos de polipropileno generados por Tecnum son adquiridos por Lutesor. Su experiencia en el sector de este material e innovación en la forma de incorporar las virutas directamente en su proceso de extrusión, hace posible su conversión en nuevas barras. Una vez acabadas, Tecnum las compra de forma ventajosa, ahorrándose dinero, al mismo tiempo que el medio ambiente se libra de unas cuantas toneladas de plásticos.

La sinergia creada entre esta pareja de empresas ha permitido cerrar el círculo residuo-recurso de una tipología de plástico a partir de la recuperación y valorización de los restos de polipropileno para su reintroducción en el proceso productivo de la misma empresa que los ha generado, gracias a la participación de Lutesor, que los transforma en materia prima.

Al igual que Tecnum, existen otras empresas en el polígono industrial de Bufalvent que también generan residuos que, a pesar de ser plásticos de mucho valor, no tienen salida porque una única empresa no acumula un volumen suficiente que compense los costes de transporte de recogida por parte de otra. Con el objetivo de evitar que vayan finalmente al vertedero y, por lo tanto, no se les dé opción a valorización, una serie de industrias, que comparten la característica de generar residuos plásticos, han establecido un acuerdo que permite la agregación de éstos para elaborar de forma conjunta un plástico reciclado y de calidad que puede ser usado en otros sectores.

Además de Tecnum, entre las empresas que participan en la gestión conjunta de residuos plásticos, se encuentran:

- Teknia Automotive: multinacional referente en la fabricación de componentes para la industria de la automoción.
- CardonaPlast: integrada en la multinacional francesa Plastivaloire, la planta localizada en Cardona desde el 2004 está especializada en la inyección de plásticos y su decoración, siendo la industria del automóvil, la de componentes eléctricos y la electrónica de consumo sus principales líneas de negocio.
- MTN Montana Colors: empresa catalana fundada en 1994 dedicada a la fabricación de pinturas en aerosol y barnices.

- Pirelli: tras el cierre de la planta de producción de neumáticos de Manresa en 2009, actualmente disponen de un servicio de venta y reparación.
- Manubens: fundada en Manresa en 1934. En sus inicios se especializa en cintería fina para mercería y confección, diversificándose posteriormente hacia el packaging y cintas para usos industriales, realizándose todo el proceso de fabricación en la misma planta de Manresa.

Resultados de la simbiosis industrial a partir de los residuos plásticos.

La simbiosis establecida entre **Tecnum y Lutesor** a partir de la recuperación de los residuos de polipropileno, generados por el primero y utilizados como materia prima por el segundo, para su reintroducción en el proceso productivo de Tecnum, ha provocado que 5 toneladas anuales de restos plásticos se destinen a autoproducción. Por lo tanto, **5 toneladas de residuos que implicaban un gasto por su gestión como residuo, se han transformado en materia prima**, sin necesidad de importar o comprar a otra empresa más alejada. La cercanía de Lutesor como proveedor de barras extruidas de polipropileno se ha traducido en un ahorro en los costes de transporte. Los beneficios económicos no solo repercuten en Tecnum, sino también en Lutesor, que trabaja con un nuevo cliente.

Por otra parte, **la gestión conjunta de Tecnum, Teknia, Cardonaplast, Montana Colors, Pirelli y Manubens ha permitido la concentración de 40 toneladas anuales de residuos plásticos, que son valorizados y aprovechados para fabricar hormigón o todo tipo de productos a partir de plástico reciclado.** Con esta práctica, se evitan 40 toneladas de residuos no degradables, a la vez que, un ahorro de 40 toneladas de materias primas para su fabricación. La colaboración entre empresas no solo ha reportado ahorros económicos gracias a la reducción en el coste de gestión de los residuos plásticos, sino que también ha favorecido la innovación en el desarrollo de nuevos productos reciclados.

Buena Práctica: SI a partir del aprovechamiento del calor residual (Simbiosis energética)

La red eléctrica del polígono de Bufalvent consiste en un sistema convencional basado en la producción de energía en una gran central de generación que, posteriormente, es transportada y distribuida mediante una infraestructura de redes y subestaciones hasta los diferentes puntos de consumo.

Este modelo energético centralizado se caracteriza por el uso de recursos fósiles y energías convencionales, la producción de una potencia diseñada para el máximo consumo previsto, sin importar si finalmente es consumida o no, requiere de grandes infraestructuras y supone pérdidas de energía en su proceso de transporte. Las consecuencias son impactos medioambientales negativos y elevados costes energéticos motivados por la producción a gran escala, sin adaptarse a las demandas de los distintos tipos de consumidores.

Para revertir esta situación, se lleva a cabo un estudio de eficiencia energética para conocer el comportamiento energético de las instalaciones del polígono industrial de Bufalvent, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora y cuantificar el potencial de ahorro energético y económico.

A partir de estos estudios, se detectan 3 empresas que no emplean la energía térmica de forma totalmente eficiente. **La depuradora, la fundería Condals y el Consorcio de Residuos del Bages** generan 2'2, 1'1 y 8'5 gigavatios-hora de calor al año, respectivamente, y que son desperdiciados; al mismo tiempo que, otras empresas necesitan calor para su producción y climatización. La convivencia dentro del mismo polígono de estas realidades tan opuestas, pero, a la vez, tan complementarias requiere de una mejora en la gestión energética.

¿En qué consiste la simbiosis?

La simbiosis energética consiste en el aprovechamiento del calor residual que generan, por una parte, los motores de cogeneración de la depuradora y del Consorcio de Residuos del Bages, y por otra, el sistema de refrigeración de la Fundería Condals. Estas empresas y organismos utilizan energía térmica en sus procesos productivos. El saneamiento y depuración de las aguas residuales que llegan a la EDAR de Manresa, la fundición de hierro y el tratamiento de residuos son actividades que requieren de energía calorífica.

El aprovechamiento de los excedentes energéticos ha implicado la optimización del proceso del que se recupera el calor, a través de la implementación de un sistema de trigeneración y de una red de calor y frío que conecta a las empresas, donde la central productora tiene un papel esencial. El calor sobrante, junto con otros residuos generados por la depuradora, la fundería Condals y el Consorcio de Residuos son aprovechados en la central de calor/frío para la producción de energía térmica que es distribuida en forma de vapor o agua, mediante un conjunto de redes, a todos los usuarios conectados a dicho sistema, **satisfaciendo la demanda de agua caliente y/o fría y, de climatización del mismo polígono y del centro comercial Els Trullols.**

Cabe destacar que, no únicamente es utilizado por otras instalaciones ubicadas en el entorno, sino que también es reutilizado en los procesos productivos de las mismas empresas generadoras del excedente de calor; es decir, el flujo de energía no es en una única dirección, sino que tiene un doble sentido, permitiendo que llegue de nuevo a la EDAR de Manresa y al Consorcio de Residuos, dando lugar a un circuito cerrado en la generación y consumo de energía térmica. La tecnología de trigeneración ha permitido producir energía calorífica y frío, al mismo tiempo que electricidad destinada a autoconsumo.

Esta iniciativa de aprovechamiento del calor supone un avance considerable en la transición energética porque ha comportado la inclusión de tecnologías de la comunicación e información dentro del sistema centralizado de producción de calor y/o frío, haciendo posible que los consumidores puedan ser a la vez generadores (se les denomina “prosumidores”). Además, el polígono industrial de Bufalvent, al ser un espacio delimitado donde se concentran grandes consumidores y generadores de energía, es el lugar idóneo para progresar hacia un modelo de generación distribuido debido al aprovechamiento de los residuos y de los recursos procedentes de fuentes renovables disponibles en un entorno cercano, como el biogás producido por el Consorcio de Residuos del Bages a partir de tierras vegetales, que es usado también en un entorno próximo.

Resultados de simbiosis industrial a partir del aprovechamiento del calor residual (simbiosis energética)

Las buenas prácticas llevadas a cabo en el polígono industrial de Bufalvent para gestionar de un modo más eficiente la energía han tenido efectos económicos y medioambientales positivos.

El aprovechamiento de los excedentes de calor gracias a la reutilización de éstos en el proceso productivo de la misma empresa o de otras ubicadas en su entorno, ha supuesto un **ahorro energético de 12 gigavatios-hora de calor al año y un ahorro potencial de 1.200.000 euros en la producción de energía.** Esto se debe a que los costes de explotación se reducen al generar electricidad de forma más barata y al aprovechar el calor residual.

Uno de los aspectos más cuestionados del modelo energético convencional es, que la potencia producida en el conjunto de las centrales se diseña para el máximo de consumo previsto en hora punta, sin importar si posteriormente es consumida o no; viéndose este derroche agravado por las pérdidas adicionales en el proceso de distribución. En cambio, el sistema de generación distribuida ha provocado un descenso en los vatios perdidos y, por lo tanto, un ahorro de energía primaria, gracias a instalaciones y tecnologías que optimizan el proceso de producción, sujetas a las necesidades de la demanda, y a su ubicación en entorno cercano, tanto para el productor como para el consumidor, facilitando su logística. Los usuarios finales también se han visto beneficiados a través de ahorros económicos en el subministro y el abaratamiento del precio de la electricidad en el mercado eléctrico o pool. La implementación de energías renovables provoca una menor

demanda de consumo, forzando a una bajada en el precio de casación, reflejado en un ahorro en la factura de la luz.

Así pues, la reducción en el consumo de energía generada a partir de recursos fósiles, unido a la producción de un combustible alternativo mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos, el biogás, ha implicado una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero; siendo, entre otros, uno de los impactos medioambientales más positivos a ensalzar.

Buena Práctica: Gestión de los residuos metálicos como subproductos.

¿Quién genera el residuo?

Fundería Condals es una empresa fundada el año 1976 en Manresa, dedicada a la producción de series medias y grandes de fundición de hierro nodular y gris. Su producción anual supera las 35.000 toneladas, destinando el 90% al subministro de piezas críticas y de seguridad para el sector de la automoción (frenos, cajas de cambio, piezas de motores, climatización, etc.). El ferrocarril, la construcción, la hidráulica y la maquinaria son otros de sus clientes.

La técnica de la fundición nodular (o dúctil) consiste en la fundición de hierro aleada con grafito. A diferencia de la mayoría de fundiciones de hierro, que son frágiles y quebradizas, la dúctil presenta mayor dureza y resistencia, debido a la inclusión de grafito en forma de nódulos. En su ciclo productivo se agrega arena nueva y reciclada, generando unos excedentes de ésta que son transportados para ser retirados como subproducto. Las arenas de fundición se caracterizan por la capacidad de mantener su forma, la permeabilidad, la estabilidad térmica y por ser reutilizables.

¿Quién aprovecha el subproducto?

Las arenas de fundición retiradas como subproducto son trasladadas a **dos empresas** del sector de la construcción **ubicadas en un polígono industrial de El Papiol. Fiasa Mix y Prebesec** las utilizan como materia prima en la fabricación de mortero y hormigón en seco, en sustitución de la piedra caliza.

Trámite para la gestión de las arenas de fundición como subproducto

La gestión de los residuos como subproductos se establece en el artículo 29 del Decreto 93/1999 sobre procedimientos de gestión de los residuos, decretando que es necesario disponer de la resolución de la Agencia de Residuos de Cataluña que lo declara como subproducto.

Para que ambas empresas se pongan en contacto, se requiere de una plataforma que haga de enlace. La Bolsa de Subproductos y Materias Primas es un servicio gratuito online ofrecido conjuntamente por el Consejo de Cámaras de Comercio y la Agencia de Residuos de Cataluña para que las empresas usuarias publiquen anuncios de ofertas y demandas de todo tipo de subproductos, residuos y otras materias primas. De este modo, Fundería Condals sube un anuncio ofreciendo sus arenas de fundición, al cual reaccionan otras empresas interesadas en reutilizarlas o reciclarlas, contactando directamente con Fundería Condals; o bien, Fiasa Mix y Prebesec publican un anuncio demandándolas.

Así pues, cuando Fundería Condals y, Fiasa Mix y Prebesec, empresa productora y receptoras del residuo, respectivamente, han alcanzado un acuerdo y antes de que ésta última empiece a gestionar el subproducto, deben hacer una solicitud conjunta y una memoria explicativa dirigida a la Agencia de Residuos de Cataluña. En estos documentos quedan especificados, por parte de ambas posiciones, una serie de aspectos referentes a las arenas de fundición.

Por parte de Fundería Condals:

- Descripción del proceso que las genera.
- Descripción de sus características y de su composición.

- Cantidad anual generada.
- Análisis actualizado.

Por parte de Fiasa Mix y Prebesec:

- Descripción del proceso de receptor.
- Forma de recepción, almacenamiento y manipulación.
- Materia prima sustituida.
- Consumo previsto y ahorro de materia prima.
- Medidas y controles sobre los efectos adicionales derivados de su uso.

La declaración de subproducto tiene una vigencia máxima de 5 años, con opción de solicitarla de nuevo transcurrido este periodo. Tanto las empresas productoras como receptoras tienen que indicar en su Declaración Anual de Residuos Industriales (DARI), la gestión de las arenas de fundición como subproducto, en el apartado correspondiente.

Resultados de la gestión de los residuos metálicos como subproductos.

La gestión del residuo como subproducto es una alternativa a la gestión a través de un gestor autorizado, implicando la valorización de las arenas de fundición como materia prima y ofreciendo una serie de ventajas. La minimización en la gestión a través de vertederos implica que Fundería Condals evite el coste de tramitación, transporte y tratamiento en estas instalaciones y, además, al considerarlo como recurso, obtiene unos ingresos. Al mismo tiempo, Fiasa Mix y Prebesec se ahorran la adquisición de piedra caliza. Este menor consumo de materias primas y de energía para refinarlas, y la no realización de operaciones previas para tratarlas, hacen que las emisiones de CO2 se reduzcan, mejorando la sostenibilidad medioambiental.

5.2.2 Proyecto: “Simbiosis industrial: revalorización de los recursos sobrantes”.

Proyecto supramunicipal iniciado en el 2014 por los ayuntamientos de **Barberá del Vallés y Sabadell** y con la posterior incorporación de **Sant Quirze del Vallés** en el 2016.

Su objetivo es **fomentar la economía colaborativa en los polígonos industriales de los 3 municipios** mediante el impulso de modelos productivos circulares y simbióticos que contribuyan a minimizar los impactos medioambientales y sociales, especialmente importantes en el Vallés Occidental, la comarca que genera más residuos industriales, con el 23,7% de Cataluña. A la vez, se pretende mejorar la competitividad empresarial, un crecimiento del tejido industrial y avanzar en un desarrollo económico más sostenible.

La línea estratégica consiste en visitar empresas de los polígonos para identificar oportunidades de simbiosis entre ellas, así como asesoramiento técnico especializado in situ a aquellas con potencial de desarrollar acciones simbióticas. Cabe destacar la tarea de sensibilización y difusión del concepto de simbiosis industrial y de sus ventajas competitivas, a través de una exposición itinerante por las empresas de los polígonos con casos de buenas prácticas identificadas. En todo este proceso, la administración participa de forma directa y colaborativa gracias a la organización de talleres y encuentros entre los diferentes agentes y, potenciando el papel de las asociaciones empresariales de los municipios.

Desde su fecha de inicio hasta 2019, se han realizado más 220 prospecciones empresariales, 45 asesoramientos personalizados y **20 infografías sobre buenas prácticas**. Se muestran, a continuación, alguno de estos casos.



Figura 41: Resultados del proyecto Simbiosis Industrial. Fuente: <https://simbiosiindustrial.com/proyete-simbiosi-industrial/>.

Buena Práctica: simbiosis industrial a partir de residuos orgánicos.

Provital Group es una empresa catalana creada en Barcelona en 1979, ubicada desde el 2000 en el polígono Can Salvatella de Barberá del Vallés.

Su actividad se centra en el desarrollo, producción y comercialización de ingredientes activos naturales para cosmética, veterinaria y detergentes. También destaca su labor investigadora e innovadora ligada al respecto hacia el medio ambiente.

Sus productos se elaboran a partir de materias primas de origen natural como restos vegetales (frutas, plantas, verduras, etc.), aceites vegetales y tierras de filtración. Además de éstas, otros recursos de entrada son agua, electricidad, gasoil, cajas, embalajes y palés para su envasado.

En el año 2016, Provital Group, generó 188 toneladas de residuos, de los que el 73% fueron residuos orgánicos.

Para ser más sostenibles, Provital ha apostado activamente por la simbiosis industrial a partir de los recursos de salida, destinado a ésta, el 73 % de sus **residuos**, es decir, la totalidad de su fracción orgánica:

- Los **restos vegetales** han pasado del tradicional y controlado vertido, a contratar unos contenedores especiales que permiten separarlos y destinarlos al compostaje de tierras.
- Las tierras de filtración que, inicialmente eran deshidratadas e incineradas, actualmente se separa la materia sólida del agua.
- Los **lodos biológicos** procedentes de la depuradora que, eran sometidos a un proceso de deshidratación o secado térmico: se ha modificado su gestión a través de cambios y mejoras en los procesos internos, sustituyéndose este procedimiento por el del compostaje gris (13).
- Los **aceites vegetales**: se han conseguido segregar totalmente los diferentes tipos y separarlos de las aguas, que venden para la producción de biodiesel.

¿Quién aprovecha los restos vegetales?

Burés Profesional S.A es una empresa adquirida por la familia Burés en 1983, cuya actividad se centra en la fabricación de tierras, sustratos de cultivos, fertilizantes y abonos orgánicos. Recientemente, se ha abierto a nuevos sectores en la distribución de productos para biomasa.

Burés S.A.U perteneciente al mismo grupo, está especializada en la producción de sustratos y tierras vegetales para el sector de la jardinería y el paisajismo.

¿En qué consiste la simbiosis?

Los restos vegetales y las tierras de filtración generados por Provital son comprados por Burés Profesional S.A y BURÉS S.A.U, que reutilizan estos residuos como materias primas para compostaje. Esta nueva gestión consiste en la transformación de los restos orgánicos, que son sometidos a un proceso biológico de fermentación aerobia con suficiente humedad, imitando a la naturaleza, pero de forma acelerada. El producto resultante es el compost, que es empleado como sustrato o abono orgánico, comercializados por la misma Burés Profesional y Burés a profesionales de la agricultura y la jardinería, empresas y entidades públicas.

¿Quién aprovecha los lodos de la depuradora?

TRADEBE es una empresa líder en la gestión de residuos industriales en Europa (gestiona más de anualmente más de dos millones de toneladas). Desde 1984, ofrece servicios medioambientales mediante el tratamiento, valorización y reciclaje de residuos procedentes de las distintas actividades industriales y productivas.

En la localidad de Jorba, Tradebe dispone de una planta de secado biológico con capacidad para gestionar 30.000 toneladas anuales de lodos de depuradora.

¿En qué consiste la simbiosis?

Los lodos de depuradora se caracterizan por presentar unos niveles elevados de contaminantes orgánicos que Provital destinaba a vertedero, previo secado térmico. La planta de secado biológico de Jorba se dedica a pre-tratarlos antes de su disposición en el vertedero.

El secado biológico es un proceso similar al compostaje tradicional, pero, aplicado a los residuos orgánicos contaminados, no aplicables al suelo como enmienda orgánica. A diferencia de los restos vegetales y las tierras de filtración que eran aprovechadas como materia prima por Burés Profesional y Burés para la fabricación de abono orgánico de calidad, Tradebe aplica una alternativa de pre-tratamiento a los lodos contaminados generados por la depuradora de Provital que permite estabilizar la materia orgánica, higienizar y reducir la humedad. Se trata de una tecnología de pre-tratamiento de residuos orgánicos previa a su disposición final en el vertedero. Este compost gris, también, se valoriza energéticamente en cementeras.

¿Quién aprovecha los aceites vegetales?

EcoMotion, filial del grupo SARIA, que gestiona 5 plantas de producción de biodiesel a partir de grasas de origen vegetal y animal, en Alemania, Dinamarca y España, con una capacidad total de 300.000 toneladas anuales. EcoMotion utiliza junto con las grasas vegetales, subproductos de la industria de los alimentos preparados, como el aceite de cocina usado, para fabricar biodiesel de alta calidad.

¿En qué consiste la simbiosis?

Los aceites vegetales generados durante el proceso de producción de ingredientes activos naturales por Provital son vendidos a EcoMotion, que los reutiliza en la elaboración de combustible en su planta de Montmeló. Al estar basados en materias primas de origen biológico, los recursos no renovables restan intactos y, como el gasoil es un recurso de entrada para Provital, se crea un círculo de sucesivas generaciones de biodiesel. También sirve de combustible para los camiones de EcoMotion durante el proceso de transporte y distribución a sus clientes.

Resultados de la simbiosis a partir de residuos orgánicos.

Los restos vegetales y las tierras de filtración gestionadas por Burés Profesional y Burés como compostaje, han supuesto un ahorro del 74 % de los costes de estos residuos. Esta nueva forma de gestión evita la emisión de gases nocivos generados en el proceso de combustión de la materia orgánica en su tradicional incineración. También destacar el menor impacto medioambiental que ocasiona el compost vendido por Burés Profesional y Burés. Al estar fabricado con materiales orgánicos, aporta una mejora del suelo cultivable y, al contener una proporción húmica elevada a raíz de su proceso de fermentación aerobia en presencia de humedad, beneficia la retención de nutrientes. Por lo tanto, se comercializa un producto menos dañino para los suelos agrícolas.

En el caso de los lodos biológicos procedentes de la depuradora, el compostaje gris (o secado biológico) como nueva técnica de gestión ha supuesto un ahorro de 13.301 €, lo que representa casi el 81 % de los costes de esta tipología de residuo. Esta tecnología de pre-tratamiento a su disposición en el vertedero, ha permitido una reducción en los costes de manipulación y transporte, así como la minimización de problemas en el vertedero. Además del descenso en los costes de Provital como cliente, se genera negocio en la planta de secado, beneficiando también a Tradebe.

La segregación de los diferentes tipos de aceite y su separación del agua han supuesto revertir un coste (-3.312 €) a un ingreso (+1.619 €), ya que éstos son vendidos para la fabricación de biodiesel. Es decir, Provital ha pasado de tener que pagar 45 céntimos por kilogramo de aceite a ECOIMSA por la gestión de este residuo, a que ahora cobre 22 céntimos por cada kilogramo que le compra EcoMotion. El hecho de que un residuo devenga en una materia prima destinada a la elaboración de biodiesel, da lugar a un tratamiento más respetuoso con la naturaleza, que afecta tanto a la oferta como a la demanda. En primer lugar, porque su producción no agota las reservas naturales de energía y, en segundo lugar, debido a que su consumo disminuye la expulsión de gases climáticamente perjudiciales y, presentar una carga de sustancias nocivas inferior que el diésel de origen mineral.

Aunque no se disponen de los datos cuantitativos sobre la sinergia creada entre Provital y Formigrup, la gestión de los residuos y subproductos de las propias plantas y de otras industrias llevada a cabo por Formigrup, ha supuesto que la Generalitat le haya concedido el “Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental” en 2018, a ambas empresas del grupo. La ecoetiqueta ha sido otorgada por la utilización de materias primas y productos de árido reciclado a Sorres i Graves Egara y, por la fabricación de productos de hormigón con material reciclado a Formigons Montcau.

Buena Práctica: La simbiosis industrial en Formigrup

Formigrup está integrado por las empresas Sorres i Graves Egara y Formigons Montcau, cuya actividad se centra en el subministro de áridos, artificiales y naturales, y hormigón.

Sorres i Graves Egara se dedica a la extracción, fabricación y comercialización de áridos con una gran variedad de granulometrías.

Formigons Montcau se dedica a la fabricación y comercialización del hormigón preparado que se entrega directamente en las obras de construcción.

¿En qué consiste la simbiosis?

La simbiosis juega un doble papel en Formigrup debido a que la aplican, no únicamente en el aprovechamiento de sus propios recursos, sino que también en los residuos generados por Provital y otras industrias.

En la cantera Sorranova situada entre los términos municipales de Terrassa, Viladecavalls y Ullastrell, Sorres i Graves Egara explota y extrae el mineral, que es transportado en camiones volquete hacia la planta de tratamiento, donde es triturado, lavado y clasificado según granulometría. Estos áridos se transportan a la planta de producción de hormigón que Formigons Montcau dispone en Sabadell, donde se mezcla con agua, cemento y aditivos suministrados por UNILAND S.A y Grace. El resultado es el hormigón fresco, que se distribuye en camiones hormigonera a las obras.

En este proceso **se crea una sinergia entre las empresas Sorres i Graves Egara, UNILAND y Grace que suministran recursos a Formigons Montcau**. Se establece una simbiosis en doble sentido dentro del mismo grupo Formigrup porque, como se ha comentado, los áridos tratados por Sorres i Graves Egara son utilizados por Formigons Montcau, a la vez que el hormigón sobrante de la planta de producción y de la limpieza de los camiones, es reintroducido en el proceso productivo. Así, se maximiza la cantidad producida con el mínimo desperdicio de recursos.

Además, Formigrup ha desarrollado una línea de áridos reciclados, sustituyendo el árido natural por uno de componente reciclado a partir de los residuos orgánicos de Provital. No se destinan solamente a la producción de hormigón, sino que también para fabricar tierras vegetales artificiales, a raíz de la mezcla de este compost orgánico con el árido natural de la cantera, que son utilizadas en agricultura, jardinería y restauración de áreas degradadas.

5.2.3 Proyecto: “RETOPROSOST-2-CM”.

Producción sostenible y simbiosis industrial en la Comunidad de Madrid

Es un proyecto concedido en el ámbito de la Convocatoria 2018 de Ayudas a Grupos para el Desarrollo de Programas de Actividades de I+D en Tecnologías de la Comunidad de Madrid, teniendo una duración de 4 años (1/1/2019 a 31/12/2022).

El proyecto pretende promover la **producción sostenible en la Comunidad de Madrid mediante la simbiosis** industrial, transformando desechos industriales en productos de valor, como nutracéuticos, biocombustibles, fibras textiles, embalajes, sustratos prebióticos para cultivos o biodispersantes.

El proyecto RETOPROSOST-2-CM está estructurado en torno a 5 Objetivos Científico-Tecnológicos (OCTs), cada uno de ellos con una serie de actividades e hitos, que a continuación se describirán con más detalle:

- OCT-1. Simbiosis industrial: transformación de materias primas secundarias por vía biológica y enzimática.
- OCT-2. Simbiosis industrial: transformación de materias primas secundarias por vía química.

- OCT-3. Estudio de la aplicación industrial de los productos de la transformación de materias primas secundarias
- OCT-4. Producción sostenible: minimización de los consumos de agua y energía.
- OCT-5. Selección y análisis de viabilidad preliminar de vías de simbiosis industrial y producción sostenible.

Participan en el proyecto cuatro grupos de diferentes Universidades y OPI's, así como un laboratorio:

- Universidad Complutense de Madrid (coordinador).
- Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC (CIB-CSIC).
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
- Servicio de Proteómica y Genómica (CIB-CSIC) (nº REDLAB: 317).

Las empresas asociadas incluyen la fabricación de hormigones destinados a la impresión 3D; ingredientes destinados a la alimentación animal, ingredientes para cosmética, ingredientes funcionales para alimentación humana y nutracéuticos; producción de principios activos farmacéuticos; fabricación de cerveza, aperitivos de patata y frutos secos; fabricación de bolsas de plástico reciclables; fabricación de fibras textiles a partir de fibras recicladas, producción de pelets de residuos; el tratamiento de aguas residuales; hospitales, etc.



Figura 42: Proyecto RETOPROSOST-2-CM. Fuente: <https://www.ucm.es/retoprosost2/>.

Impacto esperado del proyecto:

- Diversificación y consolidación del tejido industrial madrileño: El uso efectivo de las materias primas secundarias contribuirá a la creación de nuevas líneas de negocio en las empresas productoras de residuos y en las receptoras de la materia prima. Asimismo, la divulgación de los resultados de tales relaciones de simbiosis industrial puede dar lugar a la creación de nuevas empresas transformadoras.
- Madrid como foco de innovación y sostenibilidad: La demostración de la transformación de materias primas secundarias y la aplicación industrial de los productos constituye un hito en

el camino hacia la economía circular que posicionaría a la región a la cabeza de la innovación en este campo y contribuiría a impulsar la imagen de Madrid como comunidad comprometida con el económico a través de la producción industrial de bajo impacto ambiental.

- **Riqueza y empleo:** En base al afianzamiento y diversificación del tejido productivo madrileño, cabría esperar una consolidación del empleo del sector productivo y la generación de nuevos puestos de trabajo. Con la incorporación de investigadores a los Grupos se atraerá y retendrá talento investigador.
- **Descongestión de los sistemas de gestión de residuos y efluentes:** La transformación de corrientes materiales hasta ahora consideradas residuales redundaría en una disminución de las cargas a las que se ven sometidos los sistemas de gestión de residuos de la región, con el consiguiente ahorro de recursos por parte de la Comunidad. Además, la integración de tratamientos avanzados permitirá eliminar microcontaminantes y contaminantes recalcitrantes.
- **Reducción del impacto ambiental:** Los desarrollos previstos en el programa contribuirían significativamente a reducir el impacto ambiental ligado a la actividad productiva. A su vez, la producción de sustancias de alto valor añadido a partir de residuos en sustitución de materias primas convencionales supondrá una disminución en el impacto ambiental del proceso de fabricación por tener estas últimas mayores costes energéticos y ambientales asociados para su obtención y transporte. Por último, se minimizará el impacto de los vertidos finales.
- **Participación y liderazgo de redes y consorcios europeos** como consecuencia de los conocimientos adquiridos.

Resultados del proyecto hasta la fecha.

Se muestra, a continuación, un extracto de los resultados obtenidos a lo largo del proyecto.

Patentes:

Abril de 2019. Extensión internacional de la patente del grupo del CIB-CSIC sobre la aplicación de enzimas inmovilizadas sobre óxidos mixtos, derivados del reciclado de baterías, para la síntesis de aromas y saborizantes

Publicaciones:

- **Libros y Capítulos de Libros:**

Informes Técnicos Ciemat 1452: **Catálogo de residuos industriales. Potencialidad para su valorización Energética.** José M. Sánchez Hervás, Marta Maroño Buján, Gregorio Molina Moya, Miguel J. Fernández Llorente, Virginia Pérez López, Raquel Ramos Casado. Noviembre 2019. ISSN: 1135-9420.

RETOPROSOST: **Producción sostenible y simbiosis industrial en la Comunidad de Madrid. Serie de Conferencias sobre el valor oculto de los Residuos.** José M. Sánchez-Hervás, Marta Maroño, I. Ortiz, Gregorio Molina. Referencia CG/VE-19-OI-01. Febrero 2019, pp. 1-36.

- **Artículos:**

1. Balea, A., Monte, M. C., Merayo, N., Campano, C., Negro, C., & Blanco, A. (2020). "Industrial Application of nanocelluloses in papermaking: a review of challenges, technical solutions, and market perspectives". *Molecules*, 25(3), 526.

2. Miranda, R., Latour, I., & Blanco, A. (2020). Understanding the efficiency of aluminum coagulants used in dissolved air flotation (DAF). *Frontiers in Chemistry*, 8, 27.

3. Campano, C., Lopez-Exposito, P., Blanco, A., Negro, C., & van de Ven, T. G. (2019). Hairy cationic nanocrystalline cellulose as retention additive in recycled paper. *Cellulose*, 26(10), 6275-6289.
4. Schneider, W. D. H., Bolaño Losada, C., Moldes, D., Fontana, R. C., de Siqueira, F. G., Prieto, A., Martínez, M. J., Martínez, A. T., Pinheiro Dillon A. J. & Camassola, M. (2019). A sustainable approach of enzymatic grafting on Eucalyptus globulus wood by laccase from the newly isolated white-rot basidiomycete *Marasmiellus palmivorus* VE111. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7(15), 13418-13424.
5. Méndez-Líter, J. A., Tundidor, I., Nieto-Domínguez, M., de Toro, B. F., Santana, A. G., de Eugenio, L. I., Prieto, A., Asensio, J. L., Cañada, F. J., Sánchez, C. & Martínez, M. J. (2019). Transglycosylation products generated by *Talaromyces amestolkiae* GH3 β -glucosidases: effect of hydroxytyrosol, vanillin and its glucosides on breast cancer cells. *Microbial cell factories*, 18(1), 97.
6. Molina-Gutiérrez, M., Hakalin, N. L., Rodríguez-Sánchez, L., Alcaraz, L., López, F. A., Martínez, M. J., & Prieto, A. (2019). Effect of the Immobilization Strategy on the Efficiency and Recyclability of the Versatile Lipase from *Ophiostoma piceae*. *Molecules*, 24(7), 1313.
7. Priscilla Vergara, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero, Soledad Gutiérrez, Juan C. Villar. Liquor re-use strategy in lignocellulosic biomass fractionation with ethanol-water mixtures. *Bioresource Technology* 280 (2019) 396-403.
8. Wojtusik, M., Vergara, P., Villar, J.C., Garcia-Ochoa, F., Ladero, M., 2019. Thermal and operational deactivation of *Aspergillus fumigatus* β -glucosidase in ethanol/water pretreated wheat straw enzymatic hydrolysis. *Journal of Biotechnology* 292 (2019), 32–38.
9. Teixeira, C., Vergara, P., Carbajo, J.M., Villar, J.C., 2019. Bioconversion of pine stumps to ethanol pretreatment and simultaneous saccharification and fermentation. *Holzforschung* 74(2) (2019), 212–216.
10. Imlauer-Vedoya, C. M., Vergara-Alarcón, P., Area, M. C., Revilla, E., Felissia, F. E., & Villar, J. C. (2019). Fractionation of *Pinus radiata* wood by combination of steam explosion and Organosolv delignification. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 21(3), 587-598.

Participación en congresos y conferencias:

- **Comunicaciones Orales**

"Producción sostenible en la Comunidad de Madrid. Programa RETOPROSOST-CM". Ana Balea; Angeles Blanco. ChemPlast Expo. Madrid, España, 2019.

"Nanocellulose: nano in size and giant in the potential to open up endless novel environment-friendly applications". Ana Balea; M. Concepción Monte; Elena Fuente; Noemi Merayo; Jose L. Sánchez-Salvador; Cristina Campano; Angeles Blanco; Carlos Negro. International Symposium on Setting Their Table: Women and the Periodic Table of Elements. Murcia, España, 2019.

"Organosolv re-use liquor strategy applied to enzymatic saccharification of lignocellulosic biomass. Priscilla Vergara, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero, Juan Carlos Villar, Soledad Gutiérrez. 5º Congreso Latinoamericano sobre Biorrefinerías. Concepción, Chile, 7-9 enero 2019. <https://www.biorrefinerias.cl/>

"Kinetic modelling of lignocellulose waste saccharification: fractal and phenomenological models. Mateusz Wojtusik, Priscilla Vergara, Juan Carlos Villar, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero. 2nd International Workshop on Biorefinery of Lignocellulosic Materials. Córdoba, España. 4-7 junio 2019. <https://iwblcm2019.com/>

"Cellulose nanofibers and chitosan to remove flexographic inks from wastewaters". Ana Balea; M. Concepción Monte; José Luis Sánchez Salvador; Ángeles Blanco; Carlos Negro.

2nd International Workshop on Biorefinery of Lignocellulosic Materials (IWBLCM2019). Córdoba, España, 2019.

“Comparison of different nanocelluloses as reinforced additives for recycled cardboard”. José Luis Sánchez-Salvador; Ana Balea; M. Concepción Monte; Carlos Negro; Meaghan Miller; James Olson; Ángeles Blanco. 2nd International Workshop on Biorefinery of Lignocellulosic Materials (IWBLCM2019). Córdoba, España, 2019.

“Improved recycled paper properties by cellulose nanofibers”. Ana Balea; Ángeles Blanco; Carlos Negro. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 2019.

“Ozone Treatment Applied to Industrial Wastewaters: from the Lab to the Industry”. Noemi Merayo; Ana Balea; Javier Tejera; Blanca Artaza; Daphne Hermosilla; Angeles Blanco. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 2019.

“Reaction of Formaldehyde with Nitric Acid to Treat Industrial Wastewater”. Noemi Merayo; Ana Balea; Javier Tejera; Amalio Garrido; Carlos Negro; Ángeles Blanco. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 2019.

“Interactions of nanocellulose with cement”. Ana Balea; Elena Fuente; Ángeles Blanco; Carlos Negro. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 Junio 2019.

- **Comunicaciones tipo poster**

“Closing the circle: Cellulose nanofibers from recycled fibers to improve the mechanical properties of recycled paper. Ana Balea; Jose Luis Sanchez-Salvador; M. Concepcion Monte; Noemi Merayo; Carlos Negro; Angeles Blanco. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 junio 2019.

“Use of additives to improve the enzymatic hydrolysis of ethanol-water pre-treated wheat straw”. Priscilla Vergara, Miguel Ladero, José María Carbajo, Félix García-Ochoa, Juan Carlos Villar. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 junio 2019.

Fractionation of Eucalyptus globulus wood by combination of steam explosion and ethanol-water delignification. Priscilla Vergara, Miguel Ladero, Félix García-Ochoa, Juan Carlos Villar. Sofiane Borsla, Priscilla Vergara, Juan Carlos Villar, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 junio 2019.

Optimization of ethanol-water pretreated cardoon saccharification. Sofiane Borsla, Priscilla Vergara, Juan Carlos Villar, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 junio 2019.

“Ozone Treatment Applied to Industrial Wastewater containing Formaldehyde”. Noemi Merayo; Ana Balea; Javier Tejera; Amalio Garrido; Ángeles Blanco. 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ). (ANQUE-ICCE-CIBIQ 2019). Santander, España, 19-21 junio 2019.

"Industrial Symbiosis Based on Co-gasification of Municipal Solid Waste and Forestry Residue". Virginia Pérez, Raquel Ramos, Miguel Fernández, Susana García, Luis Saul Esteban, K. Beatriz Ascencio, Isabel Ortiz, Jose María Sánchez. 1er Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química (CIBIQ 2019). Santander, España. 19 – 21 de Junio de 2019. Book of Abstracts pág. 299. ISBN: 978-84-09-12431-2.

"LCA School Module, a sustainability assessment tool to know schools building performance". Israel Herrera, Ana Rosa Gamarra, Yolanda Lechón. 1st Mediterranean Symposium on Life Cycle Assessment, 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. Santander, España, 19-21 de Junio de 2019. Book of Abstracts, pág. 362. ISBN: 978-84-09-12430-5.

"Colombian horticultural production through conventional and good practices pathway, comparison by LCA". Luz Dinora Vera Acevedo, Israel Herrera, Henry Lopez. 1st Mediterranean Symposium on Life Cycle Assessment, 3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering. Santander, España, 19 – 21 de Junio de 2019. Book of Abstracts ISBN: 978-84-09-12430-5.

"Organosolv re-use liquor strategy applied to enzymatic saccharification of lignocellulosic biomass". Priscilla Vergara, Félix García-Ochoa, Miguel Ladero, Juan Carlos Villar, Soledad Gutiérrez. Córdoba, España. 4-7 de junio de 2019.

Tesis:

Cristina Campano Tiedra. Alternativas para facilitar el uso de nanocelulosas en la producción de papel reciclado/Alternatives to facilitate the use of nanocelluloses in the production of recycled paper. Universidad Complutense. Junio 2019. Directora: M^a Ángeles Blanco Suárez.

Juan Antonio Méndez Líte. "Estudio funcional de las Beta Glucosidasas del hongo *Talaromyces amestolkiae*: aplicaciones biotecnológicas y diseño racional de catalizadores. Universidad Complutense de Madrid. Febrero 2020. Directoras: M^a Jesús Martínez y Laura I. de Eugenio.

Priscilla Vergara Alarcón. Estudio del fraccionamiento de la lignocelulosa mediante procesos con disolventes y los estudios para el análisis y aprovechamiento de las fracciones. Universidad Complutense. Septiembre 2019. Directores Félix García-Ochoa y Juan Carlos Villar.

Workshops organizados por RETOPROSOST-2:

Workshop Producción Sostenible y Simbiosis Industrial. Santander, 19-21 Junio 2019.

Simposio Iberoamericano de Bioenergía y Biorefinerías. Santander, 19-21 Junio 2019.

Colaboración en la organización de Congresos:

3rd ANQUE-ICCE International Congress of Chemical Engineering en Santander (España), del 19 al 21 de junio de 2019. Comité Científico Felix García Ochoa (co-presidente), Angeles Blanco (UCM).

Organización del Congreso Iberoamericano de Ingeniería Química, Santander 19-21 Junio 2019. Carlos Negro (Presidente), UCM.

Participación en redes de investigación:

NANOCELIA (CYTED): UCM, INIA y CIB participan activamente en la red financiada por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED).

Red Iberoamericana de Tecnologías de Biomasa y Bioenergía Rural, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) 719RT0587, 2019-2023.

Red Iberoamericana de Valorización de Residuos de la Industria Agroalimentaria – RESALVALOR. Esta red Iberoamericana, está financiada por CYTED y cuenta con la participación de UCM e INIA.

“Red Iberoamericana para el Tratamiento de efluentes con Microalgas”, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED P319RT0025), 2020-2024. EL CIEMAT participa activamente en esta red.

RED LIGNOCEL, Red Temática Española sobre “Biotecnología para la Biomasa Lignocelulósica: hacia el uso de la biomasa vegetal como materia prima renovable” (ref. BIO2017-90757-REDT).

Premios y reconocimientos:

Premio Chemplast al mejor Proyecto de Investigación para la industria, 2019. El Grupo de Celulosa, papel y tratamientos Avanzados de Agua, de la Universidad Complutense, recibió el premio al mejor proyecto de investigación para la industria por su gestión sostenible integral del agua en la industria. En este sentido, un premio que incluye un reconocimiento a la trayectoria investigadora y la calidad continuada del trabajo de este grupo desarrollando proyectos pioneros con aplicaciones industriales de amplio alcance. Los otros finalistas que optaban al premio fueron Eurecat y Continental.

5.2.4 Proyecto “SYMBINET-ECO”.

SYMBINET-ECO es una plataforma para la valoración de residuos mediante simbiosis industrial.

El proyecto SYMBINET-ECO se inicia a mediados del año 2020, y participan cuatro centros tecnológicos de referencia en la Comunidad Valenciana: **AINIA**, como representante del sector agroalimentario, **ITC** como representante del sector de la tecnología cerámica y aplicaciones constructivas, **ITI** como responsable de la arquitectura tecnológica de la solución, y **AIDIMME** como representante del sector metal y madera y líder del proyecto.

La plataforma digital SYMBINET-ECO conectará y movilizará a distintos agentes sociales e industriales para dar ‘una segunda vida’ a los residuos, recursos subutilizados o subproductos generados por diversos sectores industriales, creando oportunidades de simbiosis de mutualidad e intercambio entre las empresas con el fin de minimizar el consumo de estos recursos.

SYMBINET tiene una duración de 16 meses y cuenta con el respaldo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) a través de los Fondos europeos FEDER de Desarrollo Regional. Los resultados finales se presentarán en abril de 2021.

Como novedad tecnológica, el proyecto contempla que las empresas de la Comunidad Valenciana puedan encontrar de ‘manera automática’ nuevas oportunidades de simbiosis industrial mediante IA (inteligencia artificial). En esta línea, se pretende impulsar el componente predictivo, mediante la incorporación de nuevas funcionalidades adicionales como, por ejemplo, identificar procesos para valorizar determinados subproductos o los tratamientos que son necesarios realizar para adecuar la calidad del agua para su reutilización.

El proyecto SYMBINET fomentará la simbiosis industrial para aprovechar los residuos

Publicado: 09/06/2020



Arranca el proyecto SYMBINET, que desarrollará la plataforma digital SYMBINET-ECO para conectar y movilizar a distintos agentes sociales e industriales para dar una segunda vida a los residuos, recursos subutilizados o subproductos generados por diversos sectores industriales, creando oportunidades de simbiosis e intercambio entre las empresas con el fin de minimizar el consumo de estos recursos.



Figura 43: Proyecto SYMBINET-ECO. Fuente: www.construible.es

5.2.5 Proyecto “FISSAC”.

FISSAC es un proyecto para la promoción de la simbiosis industrial para una industria sostenible de recursos intensivos a lo largo de la cadena de valor de la construcción.

El acrónimo FISSAC significa Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain (Promoción de la simbiosis industrial para una industria sostenible de recursos intensivos a lo largo de la cadena de valor de la construcción).

El proyecto se ha ejecutado entre septiembre de 2015 hasta febrero de 2020.

El proyecto FISSAC involucra a agentes interesados en todos los niveles de la cadena de valor de la construcción y demolición para desarrollar una metodologí-a y una plataforma software que facilite el intercambio de información, que fomente la creación de redes de simbiosis industrial y que replique esquemas piloto a nivel local y regional.

El modelo se basa en los tres pilares de la sostenibilidad:

- Medio ambiental (con un enfoque de ciclo de vida)
- Económico
- Social (teniendo en cuenta a los interesados y el impacto en la sociedad)

El modelo puede ser replicado en otras regiones y otros escenarios de la cadena de valor.

FISSAC pretende demostrar la eficacia de los procesos, servicios y productos a diferentes niveles.

- Procesos de fabricación

Demostración de procesos de reciclaje en circuito cerrado para transformar los residuos en materias primas secundarias valiosas y aceptables.

Demostración de los procesos de fabricación de los nuevos productos a escala industrial.
- Validación de producto

Demostración del eco-diseño de productos de construcción eco-innovadores (nuevos cemento y hormigón verde, azulejos cerámicos innovadores y materiales compuestos de plástico, madera y caucho) en procesos preindustriales, bajo un enfoque de ciclo de vida.

Demostración a escala real de la aplicación y del rendimiento técnico de los productos de construcción eco-innovadores en diferentes casos de estudio.
- Modelo de simbiosis industrial.
- Demostración de la plataforma software.

Evaluación de la replicabilidad del modelo a través del concepto de Living-Lab (como un ecosistema centrado en el usuario, de innovación abierta, que a menudo opera en un contexto territorial).



Figura 44: Logo FISSAC. Fuente: <http://fissacproject.eu/en/project/>

Sus socios trabajaron en la creación de una herramienta de toma de decisiones con la que evaluar los temas relacionados con el ciclo de vida de los materiales y procesos, junto con una herramienta de trabajo en red para identificar y establecer asociaciones simbióticas. Según los coordinadores del proyecto, el objetivo general de FISSAC era desarrollar y demostrar un paradigma nuevo basado en un modelo de simbiosis industrial innovador con un planteamiento sin residuos en industrias intensivas en recursos de la cadena de valor de la construcción.

Por parte de España, los socios participantes son:

- Acciona Construcción SA - Acciona (Coordinadora).
- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas - CSIC (España).
- Fundación Agustín de Betancourt - FUNAB (España).
- Keraben Grupo SA - Keraben.
- SÍMBIOSY, Simbiosi Industrial SL
- Fundación Tecnalia Investigación e Innovación – Tecnalia.
- Asociación Española de Normalización – UNE

Los resultados de FISSAC evolucionan por sí mismos. Durante el proyecto han surgido nuevas sinergias espontáneas entre socios y acciones en circuito cerrado. Las redes nuevas han impulsado cadenas de abastecimiento más sostenibles y alternativas para la reproducción del modelo FISSAC.

Para que germine la semilla plantada, el equipo de FISSAC se dedica a difundir los resultados entre grupos objetivo a escalas regional, nacional e internacional. En paralelo, el sitio web del proyecto FISSAC ofrece acceso gratuito a la plataforma FISSAC IT (<http://is.fissacproject.eu/User/Login>), en la que se facilita el establecimiento de contactos y la toma de decisiones.

A continuación, se muestran dos ejemplos de Buenas Prácticas en SI desarrollados en el proyecto.

Buena Práctica: Valorización de los residuos en procesos circulares en lugar de lineales

Los socios de FISSAC fabricaron ecocemento y hormigón verde, azulejos y materiales compuestos de plástico, madera y caucho para construir suelos, alicatados y vallados a escala industrial. Estos productos aprovecharon distintos tipos de materias primas secundarias y técnicas basadas en planteamientos de ecodiseño que tienen en cuenta el ciclo de vida desde la adquisición hasta su desecho, pasando por la fabricación y el uso.

Algunos de los materiales recuperados por FISSAC son escoria de los hornos de arco eléctrico, residuos de vidrio y cerámica, residuos de aluminio, lodos de mármol, ruedas usadas y plástico y madera recicladas o nuevas.

El ecocemento se utilizó asimismo para fabricar elementos de hormigón preforjados como las llamadas barreras New Jersey que se emplean para dividir los sentidos de circulación de una autopista. Se produjeron muros de hormigón celular curado en autoclave a partir de restos cerámicos y escorias de hornos.

Buena Práctica: Información y recursos a disposición de las instancias decisorias

Para fomentar la transición hacia una economía circular, FISSAC creó una plataforma informática en la nube fácil de usar que facilita la agrupación de empresas (creación de nuevas relaciones simbióticas en una región determinada) a partir de un mercado basado en sistemas de información geográfica (SIG).

Su plataforma informática respalda la toma de decisiones mediante el análisis del ciclo de vida del flujo de materiales para determinar posibles oportunidades de simbiosis. Los centros pueden obtener información sobre oportunidades de simbiosis industrial, ejecutar evaluaciones de viabilidad y evaluar el rendimiento de redes a partir de indicadores medioambientales, económicos y sociales. Pueden además buscar proveedores de tecnologías y contactar con otros centros a través del mercado.

5.2.6 Proyecto “INSYLAY”.

Proyecto INSYLAY: Implantación de modelos de cooperación sostenible entre empresas industriales.

INSYLAY es un proyecto subvencionado por el IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) con Fondos FEDER dentro del programa PROYECTOS DE I+D EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS, cuyo objetivo principal es materializar el concepto de simbiosis industrial a través del desarrollo de una herramienta que permitirá que las empresas interesadas en realizar simbiosis industrial puedan establecer intercambios de recursos subutilizados buscando el beneficio mutuo.

INSYLAY pretende actuar a nivel de los procesos de producción industriales, como medio y herramienta para conseguir la reutilización de recursos infrautilizados y residuos convertidos en materias primas secundarias, y a través de la construcción de redes de intercambio de flujos entre empresas de la Comunidad Valenciana.

La aplicación de modelos de simbiosis en empresas industriales se plantea mediante una metodología de niveles, de menor a mayor posibilidad de sinergia, buscando el objetivo de conseguir la máxima eficiencia en el uso de recursos de la zona industrial y como herramienta para un nuevo modelo de economía circular en el tejido industrial. La metodología INSYLAY tendrá en cuenta 3 tipos de niveles de simbiosis:

- S1 (simbiosis 1): empresas interesadas en compartir recursos “intereses comunes”.
- S2 (simbiosis 2): empresas interesadas en aprovechar las salidas de otras empresas como entradas a su proceso productivo.
- S3 (simbiosis 3): nivel máximo de simbiosis que puede implicar el desarrollo de un proyecto o servicio de I+D para aprovechar salidas de unas empresas como entradas para otras.



Figura 45: Proyecto INSYLAY. Fuente: <https://simbiosisindustrial.aidimme.es/>

Metodología

La metodología INSYLAY se plantea como una metodología basada en redes de intercambio para aquellas empresas que tengan interés en compartir recursos disponibles (subutilizados), servicios e infraestructuras, etc.; siendo el propósito principal la minimización del impacto ambiental y el secundario la reducción costes asociados a su proceso productivo, a través del:

- Uso de materias excedentes de otras empresas.
- Uso de residuos o subproductos de ciertas empresas como materias primas (denominadas materias secundarias) para los procesos productivos de otras empresas.
- Reutilización de recursos generados por otras empresas (calores residuales, agua reciclada o agua reutilizada, etc.)
- Uso de servicios auxiliares comunes (ejemplo ecoparques en zonas industriales, central de compras, servicios de transporte, etc.)

Las etapas de la metodología INSYLAY son:

Primer paso – Datos empresa:

El primer paso identificará y ubicará geográficamente las empresas según los datos de georreferenciación, para ello se recogerán los datos de contacto (domicilio social, persona de contacto, tipo de actividad) y de ubicación de la empresa (provincia, municipio y coordenadas UTM).

La caracterización de la empresa junto con su localización permitirá analizar la distancia entre las empresas de cara a calcular los posibles costes de una sinergia.

Segundo paso – Identificación de entradas y salidas:

El segundo paso se corresponde con la definición en primer lugar de las entradas, donde se clasificarán en función de si se corresponden con materias primas, recursos energéticos o agua.

Dicha información quedará vinculada a cada empresa y se mostrará en el mapa georreferenciado del nivel S1.

Tras la identificación de las entradas se deben definir las salidas, clasificadas como material excedente, residuo, vertido y otros. Durante la introducción de los datos referentes a salidas, se deberá incluir información requerida para la valoración de la idoneidad del recurso que se quiere compartir como por ejemplo la descripción del recurso, si existe caducidad del mismo, cantidad del recurso, periodicidad de disponer del mismo, etc.

Tercer paso. - Búsqueda automática de intereses comunes:

Tras la identificación de las entradas y salidas se procederá a identificar los posibles servicios o utilidades a compartir, como por ejemplo la gestión conjunta de residuos, el uso de transporte de mercancías compartido, etc.

Cuarto paso. - Búsqueda automática de sinergias.

En la pestaña herramienta, se activa un motor de búsqueda que propone a la empresa las sinergias existentes con otras empresas para su selección y posterior análisis de viabilidad.

Quinto paso. -Análisis de viabilidad.

La herramienta de análisis de viabilidad desarrollada guía a las empresas en el desarrollo de un estudio de viabilidad técnica, ambiental, económica, de mercado etc. de las propuestas de sinergias detectadas en las que no sea posible su aplicación de forma directa, y estas requieran de un tratamiento o transformación previa, previamente antes de su ejecución.

La herramienta de análisis de la viabilidad de los proyectos de simbiosis industrial se centrará en el estudio de los siguientes riesgos fundamentales:

- Riesgos tecnológicos.
- Riesgos ambientales.
- Riesgos normativos-regulatorios.
- Riesgos económicos y de mercado.

En el proyecto se ha constatado que el grado de conocimiento de la Simbiosis Industrial por parte de las empresas es bajo y que las iniciativas actuales son escasas y aisladas.

Para superar estos inconvenientes, el proyecto ha desarrollado una metodología en tres niveles basada en el concepto de simbiosis industrial. En el proyecto se ha constatado que el grado de conocimiento de la Simbiosis Industrial por parte de las empresas es bajo y que las iniciativas actuales son escasas y aisladas.

La estructura de la metodología del proyecto está basada en la denominada matriz de cruces, donde se establecen las posibles sinergias de los procesos.

La matriz contempla en “filas”, el listado de posibles salidas de procesos productivos de empresas y en “columnas” el listado de productos. Para la clasificación del listado de productos se ha utilizado

el código TARIC que es el código arancelario de las mercancías. Los residuos están clasificados en función del código LER de clasificación de residuos. Como resultado se obtienen los posibles cruces entre un lado de la matriz (salidas o residuos) y los productos que podrían usar este tipo de residuos.

5.2.7 Proyecto “SAREA”.

Proyecto SAREA: promoción de la simbiosis industrial en empresas guipuzcoanas

La Diputación Foral de Guipúzcoa y la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra han firmado al inicio del año 2020 un convenio de colaboración con el objetivo de impulsar el desarrollo de una investigación para la **promoción de la simbiosis industrial en empresas guipuzcoanas**, facilitando su transición a un modelo de economía circular.

Para participar en este estudio, se va a invitar a las **27 organizaciones que forman el clúster de moda sostenible GK Green Fashion**, y a las **36 empresas que forman el clúster de reutilización y reciclaje GK Recycling**. El resultado esperado es crear un **marco de referencia en la creación de redes de simbiosis industrial**, a partir del cual se podrá constituir una hoja de ruta personalizada para las empresas. El estudio será realizado por el departamento de Organización Industrial de Tecnun y financiado por el Departamento de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Guipúzcoa, que aportará 20.000 euros.

El objetivo del Proyecto Sarea es **desarrollar un conjunto de estrategias útiles** tanto para los agentes públicos como para las empresas privadas que busquen desarrollar la simbiosis industrial en Guipúzcoa. Estas estrategias incluirán una secuencia de pasos a dar, junto con recomendaciones y recursos que faciliten esta transición de empresa lineal a cierre de ciclos entre empresas. De esta manera, como resultado del proyecto, se dispondrá de un marco de referencia que facilite la acción colectiva en el desarrollo de la simbiosis industrial. El objetivo final es que las estrategias desarrolladas sirvan para implementar nuevas gestiones inter-organizacionales para facilitar la adopción de un modelo de economía circular. Una vez identificado los actores de interés relevantes en un marco de creación de redes de simbiosis industrial, el proyecto se centrará en aquellas organizaciones que faciliten la implementación de este modelo.

Los resultados de este proyecto apuntan a la **creación de un marco general de referencia para la implementación de la simbiosis industrial** y, por tanto, este marco puede ser extrapolado a otras empresas del territorio, asumiendo que la transición hacia un modelo de economía circular requiere de un enfoque sistémico.

El convenio firmado fija que, en el marco de la investigación, se desarrollarán las siguientes tareas:

- identificación de los agentes de interés y sus roles dentro de la creación de redes en una Simbiosis Industrial;
- caracterización de los roles de los distintos agentes de interés, a través de entrevistas semiestructuradas con los recursos;
- análisis de los distintos componentes involucrados en la creación de valor de la Simbiosis Industrial: sociales, ambientales y económicos;
- identificación y desarrollo de estrategias para la creación de redes en una Simbiosis Industrial, a través de análisis de casos de estudio y Focus group con distintos agentes de interés;
- diseño y evaluación de un marco de referencia que incluye una hoja de ruta con etapas y estrategias para la implementación de una Simbiosis Industrial;
- validación del marco de referencia propuesto para la implantación de la Simbiosis Industrial;
- elaboración de una guía que incluya el contenido para la implantación del marco de referencia propuesto y elaboración del informe de resultados y difusión del mismo.

Acuerdo para impulsar el desarrollo de simbiosis industrial entre empresas de Gipuzkoa.



La Diputación Foral de Gipuzkoa y Tecnun, la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra, firman un acuerdo con el objetivo de impulsar el

desarrollo de una investigación para la promoción de la simbiosis industrial en empresas de Gipuzkoa, facilitando su transición a un modelo de Economía Circular.

Proyecto Sarea.

El proyecto denominado Sarea desarrollará un conjunto de estrategias útiles tanto para los agentes públicos como para las empresas privadas que busquen desarrollar la simbiosis industrial en Gipuzkoa.

Figura 46: Proyecto SAREA. Fuente: www.ziicla.es. 18/03/2020.

5.2.8 Proyecto “BIALAC”: bioplásticos de suero láctico.

El proyecto BIALAC configura un caso real de **simbiosis industrial**, que se está desarrollando en Galicia, por la mano de un consorcio constituido por: EMALCSA (Empresa Municipal de Aguas de La Coruña, uno de los principales operadores del sector del agua urbana en España y, que ha participado en más de 15 proyectos I+D+i en los últimos 5 años.), empresa pública del sector de aguas y líder del proyecto, por la empresa Abakal Ingenieros Consultores, especializada en tratamiento de aguas, Innolact, empresa del sector lácteo y Ecoplas, empresa que se dedica al desarrollo, producción y comercialización de materiales de envase. Participan igualmente, dos grupos de investigación de la Universidad de la Coruña, el Grupo BIOENGIN y el grupo de polímeros LABPLAST.

La idea de usar el **suero lácteo para producir bioplástico** surgió en el Grupo de Investigación BIOENGIN de la Facultad de Ciencias de la Universidad de A Coruña. Este grupo viene trabajando desde hace años en proyectos que se basan en el aprovechamiento de residuos y en el concepto de economía circular, siendo una de las principales líneas de investigación del grupo la producción de biopolímeros, polihidroxialcanoatos (PHA). El PHA es un polímero acumulado en el interior de las bacterias como una reserva de energía similar al almacenamiento de grasa por parte de los animales.

Para producir PHA a partir de residuos orgánicos se emplea una comunidad microbiana natural en lugar de un microorganismo específico (modificado genéticamente). La ventaja de este enfoque sobre la biotecnología tradicional es que se elimina la necesidad de condiciones estériles. Esto reduce los costos significativamente, ya que reduce los costos de energía y los requisitos para el reactor, y permite el uso de residuos como sustrato.

El uso de suero lácteo, como materia prima, constituye una oportunidad de eliminar un residuo significativo de la industria láctea. Más del 50 % del suero lácteo generado en la producción de

queso no es convenientemente tratado, lo que supone un grave problema dada la gran cantidad de materia orgánica sin degradar que terminan contaminando el medio ambiente.

Ese es precisamente el “problema”, que pretende solucionar Innolact, empresa gallega, ubicada en Lugo, que se dedica a la producción de queso crema, queso fresco y mascarpone y cuya filosofía global es la innovación, (tiene implantado un sistema de gestión de I+D+i, certificado según la norma UNE 166002), preocupándose igualmente por el medio ambiente.

Por otra parte, los lodos de las depuradoras urbanas, constituyen igualmente un problema medioambiental de gran importancia, para el que EMALCSA está buscando alternativas de valorización como subproducto.

El circuito de esta simbiosis industrial se cierra, con Ecoplas, una empresa del sector de envases, donde los biopolímeros resultantes de estos subproductos (antes residuos) se transforman en biomateriales, que se pueden utilizar en la producción de materiales de envase, capaces de satisfacer las necesidades de los clientes, al mismo tiempo que respetan los principios de la sustentabilidad.

Objetivo del proyecto BIALAC.

El objetivo más importante del proyecto es desarrollar un biomaterial basado en polímeros biodegradables (bioplásticos), a un coste bajo mediante el uso de materia prima de bajo valor a partir de suero de una industria láctea y de lodo de depuradoras urbanas.

Resultados esperados.

Este proceso innovador, permitirá reducir los costes de producción de los biopolímeros (polihidroxialcanoatos, PHA), valorizar el suero lácteo y el lodo de depuradora, y producir nuevas formulaciones de envasado de alimentos, 100% biodegradables, contribuyendo así a un modelo de economía circular. Al mismo tiempo, se estudiará la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que son compuestos de alto valor en el mercado, tanto económico como ecológico.

Desarrollo del proyecto.

Las 5 etapas principales del proyecto, que se desarrollan primero en laboratorio y después en una planta piloto, concebida específicamente para ello, consisten en:

- Fermentación acidogénica del suero de la leche para producir biopolímeros;
- Fermentación anaerobia de lodo urbano para producir ácidos grasos volátiles y para la producción de biopolímeros;
- Obtener biopolímeros a partir de la codigestión del lodo con suero lácteo;
- Evaluación de las propiedades y procesabilidad de los biopolímeros producidos.
- Obtención de biomateriales y validación de los mismos.
- Tras validados, en la planta piloto, estos biomateriales estarán listos para ser utilizados en la producción industrial de varios tipos de materiales de envase.

5.2.9 Proyecto “PAPERCHAIN”: Uso de Cenizas de Desechos de papel

Este caso de Buenas Prácticas del proyecto PAPERCHAIN utiliza las cenizas de la recuperación energética de residuos de papel como un nuevo aglutinante hidráulico para carreteras, que reemplaza la cal y el cemento y evita los vertidos.

Socios involucrados:

- ACCIONA: Diseño y ejecución de ensayos de campo. Coordinación de actividades demostrativas generales.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA (UPC): Universidad que brinda soporte técnico para el dimensionamiento. Cálculo estructural. modelado. Pruebas y seguimiento.
- TECNALIA: Evaluación de impacto ambiental y seguimiento ambiental.

Socios de apoyo:

Industria del papel y de la pulpa:

- SAICA: proporciona las cantidades requeridas de residuos para el caso de demostración.

Autoridades Públicas:

- Ayuntamientos de El Burgo de Ebro, Villamayor de Gállego y Ejea de los Caballeros, Gobierno Regional de Aragón.

Situación actual. contexto y problemática a resolver.

El proceso de reciclado de papel genera algunos residuos como desechos de papel (plásticos y metales) y lodos de depuradora, donde se acumulan cargas minerales y fibras de celulosa demasiado cortas. SAICA recupera todos los elementos recuperables (metales) en su planta de El Burgo de Ebro y el resto se incinera para recuperar 49 MWh en una planta de valorización energética, dejando 55.000 toneladas anuales de cenizas de combustión que actualmente se depositan en vertederos como residuos.

Al mismo tiempo, los municipios aledaños tienen que invertir anualmente cantidades importantes de su presupuesto en el mantenimiento de carreteras locales. Además, Aragón tiene que priorizar las inversiones en el mantenimiento de una extensa red de carreteras regionales y provinciales e incluso a nivel nacional hay numerosos proyectos viales previstos o pendientes. En estos casos se utiliza cemento y / o cal para mejorar las propiedades de algunas de las capas de la carretera, siendo una parte relevante del coste.

Modelo alternativo basado en Simbiosis Industrial.

En años recientes, se ha investigado las propiedades de estas cenizas como conglomerado hidráulico alternativo a la cal y al cemento para la construcción de capas de estabilización del suelo en carreteras.

ACCIONA, la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), junto con SAICA y el Laboratorio de Carreteras del Gobierno de Aragón han mantenido una cooperación activa en su desarrollo y validación.

Los resultados previos, tanto a escala de laboratorio como de pruebas a pequeña escala sobre el terreno indicaban que estas cenizas pueden ser un buen aglutinante para capas de suelo estabilizado y cemento de suelo en carreteras, así como para reciclar secciones de pavimentos de carreteras.

Resultados obtenidos:

2,25 Km de carreteras ejecutados en ambientes reales de operación, evitando el vertido de 250 toneladas de cenizas, y previniendo el consumo de recursos naturales y las emisiones de CO2 asociadas a 100 toneladas de cemento y 70 toneladas de cal.

- Camino rural sin asfaltar en el parque periurbano de Los Boharales, Ejea de los Caballeros (Zaragoza): 1 Km de suelo estabilizado tipo 2.
- Vía urbana en la calle La Balsa de Villamayor de Gállego (Zaragoza): 1km de capa de suelo estabilizado tipo 3.
- Carretera comarcal A-1702 de Ejulve a Villarluego (Teruel): 250 m de suelo-cemento en la carretera comarcal.

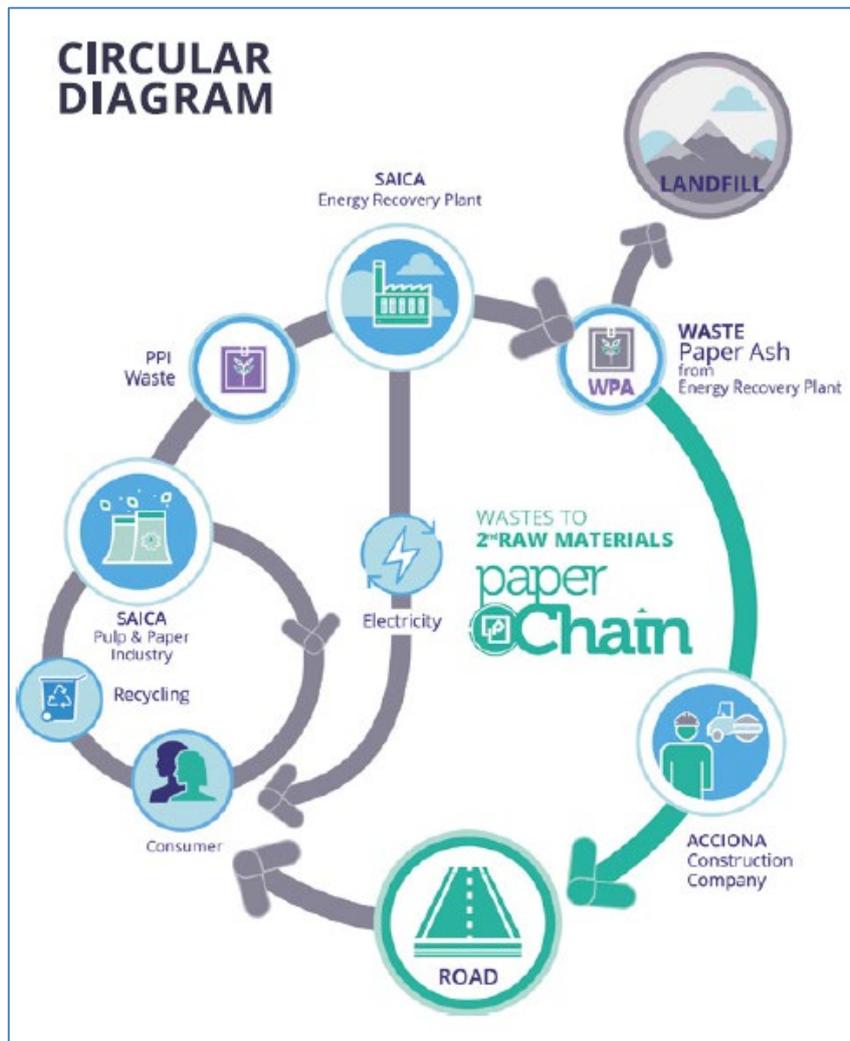


Figura 47: Esquema de trabajo de la Buena Práctica. Fuente: Proyecto Paperchain.

6 LA SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CASTILLA Y LEÓN

De cara a presentar la Simbiosis Industrial en Castilla y León es necesario especificar el marco en el que se ubica y, para ello, en el apartado 6.1 se hace referencia a la **Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2020-2030** y que permitirá articular la SI en la región.

El apartado 6.2 se refiere a los residuos de Castilla y León, recogidos en el “Plan integral de Gestión de Residuos” de Castilla y León. Se ofrece información sobre la cantidad de **residuos industriales** generados, según la clasificación LER (tanto No Peligrosos como Peligrosos) y las recomendaciones de dicho Plan que impulsan las acciones destinadas a encontrar nuevos mercados para las materias primas secundarias procedentes de los procesos de valorización de Residuos Industriales en sustitución de otras materias primas, que es, precisamente, lo que lleva a cabo la SI.

En el apartado 6.3 se muestran ejemplos de **Estudios y proyectos llevados a cabo en CyL** sobre SI y los agentes implicados en su desarrollo.

Casos concretos de **Buenas Prácticas de SI en empresas** de Castilla y León se desarrollan en el apartado 6.4 y sirven para complementar, con casos más cercanos, los ya expuestos a nivel europeo y nacional.

Es de reseñar el hecho de que no se han encontrado, en Castilla y León, ejemplos de Buenas Prácticas de SI que impliquen a Polígonos Industriales de la Región. No obstante, las experiencias mostradas pueden ser extrapolables a los diferentes Polígonos de CyL, teniendo en cuenta las conclusiones y recomendaciones expuestas en el capítulo 7.

6.1 Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2020-2030.

La Estrategia denominada “**España Circular 2030**” ha sido aprobada por el Gobierno en junio de 2020 y marca objetivos para esta década que permitirán reducir en un 30% el consumo nacional de materiales y recortar un 15% la generación de residuos respecto a 2010.

En consonancia con esta estrategia a nivel nacional, Castilla y León ha elaborado la “**Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2020-2030**” y que incorpora elementos de **Simbiosis Industrial**.

Con la implantación de las medidas definidas en esta Estrategia se facilita y refuerza la aplicación de actividades de Simbiosis Industrial en los Polígonos Industriales de Castilla y León.

La visión de la Estrategia de economía circular de Castilla y León es hacer de la Comunidad Autónoma un territorio competitivo e innovador y libre de emisiones de carbono, que sustente su economía sobre un modelo regenerativo, basado en un uso eficiente de los recursos naturales.

Este modelo contribuirá a optimizar el uso de los recursos endógenos, minimizar el consumo de materias primas y energía, y retornar al ciclo productivo natural o tecnológico los materiales al final de ciclo de vida útil de los productos, tomando como horizonte temporal para una economía altamente circularizada el año 2030.

Los objetivos y Líneas estratégicas que plantea este documento se muestran en la siguiente figura:

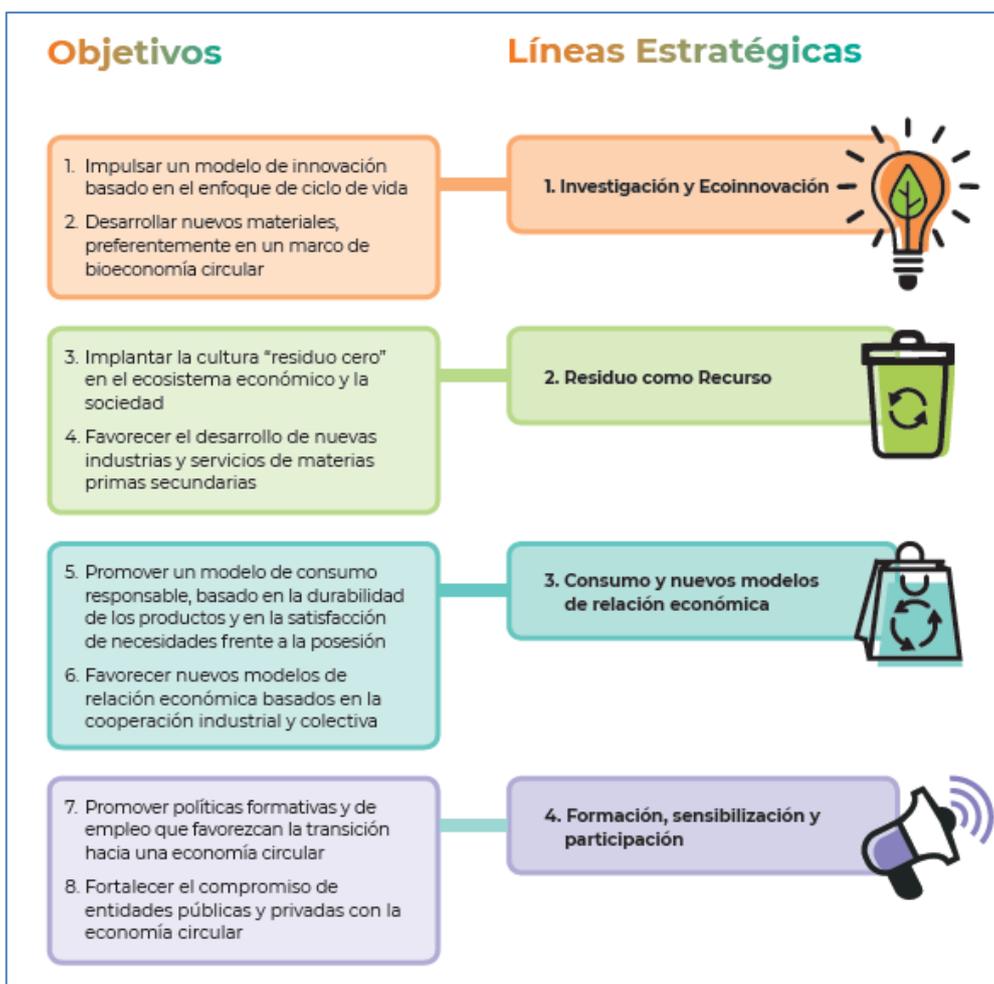


Figura 48: Líneas y objetivos estratégicos Fuente: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

Las áreas prioritarias que aborda la Estrategia están alineadas con la Estrategia Europea y nacional de Economía Circular y con los sectores prioritarios definidos en el RIS 3 (Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización inteligente) de Castilla y León, como se muestra a continuación.

Plan de Acción Economía Circular UE	Borrador Estrategia Española Economía Circular	RIS3 Castilla y León
Plásticos	Construcción	Agroalimentación
Residuos alimentarios	Industria agroalimentaria	Automoción
Materias Primas Críticas	Otras industrias	Salud y calidad de vida
Construcción y Demolición	Bienes de Consumo (textil, electrónica, envases..)	Turismo y Patrimonio
Biomasa y bioproductos	Turismo	Energía y medio ambiente industrial
		Hábitat

Figura 49: Relación de RIS3 de CyL con la Economía circular en España y en la UE: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

La Simbiosis Industrial forma parte de esta Estrategia de Economía Circular y aparece mencionada, de manera explícita, en el "programa de trabajo 3.3."

Objetivos	Líneas Estratégicas	Programas de Trabajo
1.- Impulsar un modelo de innovación basado en el enfoque de ciclo de vida 2.- Desarrollar nuevos materiales, preferentemente en un marco de bioeconomía circular	1.- Investigación y Ecoinnovación	1.1 Optimización del uso de los recursos y nuevos materiales 1.2 Herramientas de diseño y certificación ecológica 1.3 Marco legal y administrativo de la eco-innovación 1.4 Ecosistema regional de la eco-innovación 1.5 Bioeconomía(*)
3.- Implantar la cultura "residuo cero" en el ecosistema económico y la sociedad 4.- Favorecer el desarrollo de nuevas industrias y servicios de materias primas secundarias	2.- Residuo como Recurso	2.1 Marco normativo y fiscal para el residuo cero 2.2 Gestión sostenible de los vertederos 2.3 Cerrando el ciclo de la materia orgánica 2.4 Optimizando el reciclaje 2.5 Gestión circular de las aguas residuales
5.- Promover un modelo de consumo responsable, basado en la durabilidad de los productos y en la satisfacción de necesidades frente a la posesión 6.- Favorecer nuevos modelos de relación económica basados en la cooperación industrial y colectiva	3.- Consumo y nuevos modelos de relación económica	3.1 Prolongación de la vida útil de los productos 3.2 Economía de la funcionalidad y servitización 3.3 Economía colaborativa y simbiosis industrial 3.4 Consumo responsable
7.- Promover políticas formativas y de empleo que favorezcan la transición hacia una economía circular 8.- Fortalecer el compromiso de entidades públicas y privadas con la economía circular	4.- Formación, sensibilización y participación	4.1 Cooperación institucional para la economía circular 4.2 Capacitación para el emprendimiento y el empleo circular 4.3 Sensibilización y participación en la transición hacia la economía circular

Figura 50: Programa de trabajo sobre SI. Fuente: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

Respecto al programa de trabajo 3.3 (“Economía colaborativa y simbiosis industrial”), la Estrategia indica:

“La simbiosis industrial o economía industrial y territorial es un enfoque de cooperación y relación económica entre empresas de un determinado ámbito territorial, que **puede ser local (polígonos industriales cercanos)** regional e incluso nacional o internacional y que consiste en una acción empresarial conjunta para compartir recursos o servicios e incrementar la eficiencia en el uso de los mismos.

En su forma más conocida, esta simbiosis se centra en la gestión de los residuos, especialmente mediante la creación de las denominadas bolsas de subproductos, en las que lo que para una empresa es un residuo, éste se constituye en un recurso para otra. No obstante, puede incluir el intercambio de energía, la gestión del agua, incluyendo tanto el abastecimiento como la depuración o la reutilización o el intercambio físico de materiales, ya sea de materias primas o de subproductos.

Hoy, la simbiosis industrial cobra una gran importancia como acelerador de la transición hacia una economía circular, tanto en la reducción del uso de materias primas y energía, como en la reutilización y reciclaje de productos y materiales y en consecuencia la reducción de costes y el aumento de la productividad y la competitividad.

Los polígonos y los grandes corredores **industriales** deben por tanto transformarse de meros espacios físicos de ocupación de suelo industrial, a **enclaves de intercambio, cooperación y gestión conjunta**, incluso o mejor aún, cuando exista una gran diversidad de actividades y sectores industriales representados.

No obstante, existen diferentes barreras, algunas de ellas legales y administrativas que dificultan un mayor desarrollo de estas simbiosis, especialmente en el ámbito de la energía, donde los excedentes de calor o electricidad generados por una industria difícilmente pueden ser intercambiados entre empresas en función de sus necesidades, o en el ámbito de determinados tipos de residuos, y el momento en que éstos pierden la calificación de residuo para pasar a ser producto, o en el ámbito de la depuración de aguas residuales compartida entre varias industrias. Todas estas barreras deben ser identificadas y removidas en los ámbitos normativos y reglamentarios.

La simbiosis industrial debe por tanto integrarse plenamente en los nuevos planeamientos industriales y en la **renovación física y operativa de los parques industriales**, aprovechando las oportunidades que ofrece la industria 4.0, en cuya agenda debería ser un objetivo transversal prioritario.

El desarrollo de la simbiosis industrial y territorial requerirá también la dotación de nuevas infraestructuras y servicios, como podrían ser redes de calor y distribución de energía, puntos limpios industriales, o servicios de logística inversa.”

Para desarrollar este programa de trabajo 3.3 (“Economía colaborativa y simbiosis industrial”), la Estrategia establece las siguientes medidas, orientadas a favorecer la cooperación económica entre empresas y emprendedores, y el intercambio de bienes, subproductos y energía:

- C-7: Desarrollar la implantación de modelos de ecología industrial **en y entre los polígonos industriales de Castilla y León**.
- C-8: Creación **de puntos limpios en polígonos industriales** que favorezcan el intercambio de subproductos.
- C-9: Desarrollar y estimular redes regionales para optimizar la reutilización y recuperación de materiales a nivel local.
- C-10: Promover la implicación de los espacios de innovación y emprendimiento (coworking, labs, hubs, etc.) en el impulso de la cultura de la economía circular entre los emprendedores y favorecer entre ellos la creación de servicios de apoyo empresarial especializados en economía circular.
- C-11: Elaborar un **banco de buenas prácticas de simbiosis y cooperación industrial** e iniciativas para su divulgación y replicabilidad.

A continuación, la Estrategia define los organismos implicados en la ejecución de cada una de las medidas antes indicadas

Fomentar la economía colaborativa y la simbiosis industrial		
C-7	Desarrollar la implantación de modelos de ecología industrial en y entre los polígonos industriales de Castilla y León.	EYH FYMA FRMPCYL
C-8	Creación de puntos limpios en polígonos industriales que favorezcan el intercambio de subproductos para su reutilización y reciclaje.	FYMA FRMPCYL
C-9	Desarrollar y estimular redes regionales para optimizar la reutilización y recuperación de materiales a nivel local.	FYMA
C-10	Promover la implicación de los espacios de innovación y emprendimiento (coworking, labs, hubs, etc) en el impulso de la cultura de la economía circular entre los emprendedores y favorecer entre ellos la creación de servicios de apoyo empresarial especializados en economía circular.	ICE FRMPCYL
C-11	Elaborar un banco de buenas prácticas de simbiosis y cooperación industrial e iniciativas para su divulgación y replicabilidad.	ICE FYMA

Figura 51: Organismos implicados en la SI. Fuente: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

Siendo:

- EYH: Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de CyL.
- FYMA: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de CyL.
- FRMPCYL: Federación Regional de Municipios y Provincias de CyL.
- ICE: Instituto para la Cooperación Empresarial de CyL.

Estas medidas se financiarán con el apoyo de la Unión Europea, por medio de:

- Fondos Estructurales y de Inversión Europeos.
- Programa H2020 (Horizon Europe).
- Programa LIFE.
- Programa INTERREG

Programas de Trabajo	FEDER	FSE	FEADER	H2020 (HE)	LIFE	INTERREG
1.1 Optimización del uso de los recursos y nuevos materiales	★★★		★★	★★★★	★★	★
1.2 Herramientas de diseño y certificación ecológica		★		★	★★	★★
1.3 Marco legal y administrativo de la eco-innovación				★	★	★
1.4 Ecosistema regional de la eco-innovación	★	★	★	★	★	★★
1.5 Bioeconomía	★★★★		★★★★	★★★★	★★	★★
2.1 Marco normativo y fiscal para el residuo cero					★	★
2.2 Gestión sostenible de plantas de tratamiento y depósito de residuos domésticos				★★	★★	★
2.3 Cerrando el ciclo de la materia orgánica			★★	★★	★★	★
2.4 Optimizando el flujo de residuos domésticos				★	★★	★
2.5 Gestión circular de las aguas residuales	★			★★	★★	★
3.1 Prolongación de la vida útil de los productos	★★			★★★★	★★★★	
3.2 Economía de la funcionalidad y servitización	★			★★★★	★★★★	★
3.3 Economía colaborativa y simbiosis industrial				★★	★★★★	★★

Figura 52: Potencial de captación de fondos de la UE. Fuente: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

Por último, se establecen indicadores para cada una de las medidas establecidas, incluyendo uno específico sobre SI:

Objetivos	Definición del Indicador	Unidad de Medida	Fuente
1.- Impulsar un nuevo modelo de innovación basado en el enfoque de ciclo de vida	Productividad material	Indica el valor en % que representa el Consumo Doméstico de Materiales en relación al PIB	EYH
2.- Desarrollar nuevos materiales, preferentemente en un marco de bioeconomía circular	Nº de patentes relacionadas con la economía circular y tecnologías limpias	Indica el número de patentes registradas como indicador del grado de integración de la economía circular en el sistema de I+D+i	EYH
3.- Implantar la cultura "residuo cero" en el ecosistema económico y la sociedad	Residuos domésticos depositados en vertedero	Indica el valor en % sobre el total de residuos domésticos generados	FYMA
4.- Favorecer el desarrollo de nuevas industrias y servicios de materias primas secundarias	Nº de entidades que se certifican "residuo cero"	Indica el nº de entidades que se certifican por AENOR u otra entidad conforme a la norma	FYMA
5.- Promover un modelo de consumo responsable, basado en la durabilidad de los productos y en la satisfacción de necesidades frente a la posesión	Volumen de contratación pública que incorpora criterios de economía circular	Cuantificará el % de compras públicas que incluyen compra de productos reciclados, de segunda mano, refabricados o servitización, sobre el total de licitaciones/compras realizadas	EYH FYMA
6.- Favorecer nuevos modelos de relación económica basados en la cooperación industrial y colectiva	Nº de iniciativas de simbiosis industrial	Cuantificará el nº de iniciativas de simbiosis industrial que se han identificado en el banco de datos que se creará en desarrollo de la Estrategia	FYMA

Figura 53: Indicador de medida asociado a la SI. Fuente: Estrategia de Economía Circular de CyL 2020-2030.

6.2 Residuos Industriales en Castilla y León.

No se dispone, en Castilla y León, de datos centralizados sobre la gestión de residuos. Los últimos datos globales disponibles proceden del “Plan Integral de Gestión de Residuos”, elaborado por la Junta de Castilla y León en el año 2014. En dicho estudio se ofrece información sobre los residuos industriales de CyL, tanto peligrosos como no peligrosos, con datos del 2010.

Aunque no se trate de datos muy actualizados, permite tener una idea global de los residuos industriales, tanto no peligrosos como peligrosos, que se generan por cada familia de productos y su destino final (valorización, eliminación o almacenamiento). **Una parte sustancial de los residuos que van actualmente a eliminación o almacenamiento pueden ser aprovechados en procesos de Simbiosis Industrial entre empresas locales ubicadas en Polígonos Industriales de Castilla y León**, como se ha mostrado en los casos de buenas prácticas referenciados en los capítulos 4 y 5 de esta Guía y, como también se expone más adelante en este capítulo.

A continuación, se ofrece un extracto de la información contenida en dicho Plan, lo que nos da una idea de la tipología de residuos industriales que se generan, su destino final y el potencial existente que puede ser empleado para generar actividades de Simbiosis Industrial en Castilla y León.

6.2.1 Residuos Industriales No Peligrosos (RInoP).

PRODUCCIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS A PARTIR DE LOS DATOS APORTADOS POR LOS GESTORES.

A diferencia de lo que sucede con los residuos peligrosos, no se dispone de documento identificativos de los movimientos de residuos industriales no peligrosos que permitan trazar completamente estos flujos. La generación de datos estadísticos de estos residuos se genera básicamente a partir de las memorias anuales de las instalaciones de tratamiento de residuos de la Comunidad Autónoma, por lo que se carece de datos reales de los residuos producidos en la Comunidad de Castilla y León que son enviados directamente a tratamiento a otra comunidad autónoma. Esto hace que sea necesario recurrir a estimaciones para obtener datos lo más ajustados posible a la realidad.

Utilizando como fuente los datos suministrados por los establecimientos industriales al Instituto Nacional de Estadística se estima que la cantidad total de este tipo de residuos producidos en 2010 es de 1.572.182 toneladas.

Teniendo en cuenta los datos aportados a través de las memorias anuales de gestores de residuos no peligrosos, se han contabilizado 1.163.113 toneladas de residuos industriales no peligrosos producidas en la Comunidad de Castilla y León en el año 2010. Conviene aclarar que estas cantidades no coinciden con las 1.572.182 toneladas de producción de RI no P (Residuos industriales no Peligrosos) del año 2010 estimadas a partir de los datos del INE, ya que han sido obtenidas a través de empresas gestoras de residuos (y no de establecimientos industriales como en el caso anterior), y en ellas no se han tenido en cuenta los residuos que son enviados directamente fuera de la Comunidad de Castilla y León para su gestión.

En todo caso, se estima que **la producción real de residuos es muy superior, si bien siguen vías de gestión intracentro, o de recuperación o empleo en otros procesos productivos como subproductos**, por lo que no llegan a entrar en la cadena de gestión del residuo y no son contabilizados por las empresas como tales.

Familia LER	Descripción LER	2009		2010	
		Cantidad (t)	%	Cantidad (t)	%
02	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos	250.004	21,49%	369.045	31,73%
03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón	182.745	15,71%	111.457	9,58%
04	Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil	3.215,3	0,28%	3.545,9	0,30%
06	Residuos de procesos químicos inorgánicos	136,4	0,01%	262,36	0,02%
07	Residuos de procesos químicos orgánicos	6.840,2	0,59%	7.349,5	0,63%
08	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vitreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión	84,6	0,01%	450,73	0,04%
09	Residuos de la industria fotográfica	17,62	0,00%	0,92	0,00%
10	Residuos de procesos térmicos	404.351	34,76%	112.945	9,71%
11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea	0	0,00%	16,26	0,00%
12	Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos	57.888	4,98%	75.854	6,52%
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría	27.916	2,40%	45.300	3,89%
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista	6.484,1	0,56%	50.716	4,36%

17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)	52.722	4,53%	39.097	3,36%
19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial	97.212	8,36%	262.065	22,53%
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas separadamente	73.481	6,32%	85.008	7,31%
TOTAL		1.163.097	100%	1.163.113	100%

Tabla 5. Cantidades producidas en la Comunidad de Castilla y León de residuos no peligrosos por familia LER durante los años 2009 y 2010 (datos aportados por los gestores). Fuente. “Plan Integral de gestión de residuos”, JCyL

Los residuos industriales no peligrosos producidos en mayor cantidad en la Comunidad de Castilla y León durante el año 2010 fueron los de las **industrias agroalimentarias** (familia LER 02), cuya producción supuso el 32% de la producción total de residuos industriales no peligrosos.

Los residuos que se originan en el procesado de otros residuos o vertidos (producción secundaria), procedentes por tanto de las instalaciones de tratamiento de residuos y de tratamiento externo de aguas (LER 19) principalmente **residuos de papel y cartón** (LER 191201) y **metales férricos** (LER 191202) resultantes del tratamiento mecánico de residuos, y los residuos procedentes del fragmentado de residuos metálicos (LER 1910) constituyeron el 22% de la producción total.

Las siguientes familias de residuos que se generaron en mayor proporción fueron los **residuos de procesos térmicos** (LER 10) en particular, los generados en centrales térmicas (LER 1001), en la fabricación de vidrio (LER 101112), y en la fundición de piezas férricas (LER 1009) y los de la transformación de la madera (LER 03).

PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN FUTURA DE LA GENERACIÓN DE RInoP.

La correlación entre generación de residuos y productividad industrial, expresada como VAB (Valor Añadido Bruto), permite estimar la evolución futura de la cantidad de residuos producida. Para ello se parte de una previsión de evolución del VAB en el horizonte del medio plazo, establecida como una extrapolación potencial de los valores observados o calculados para el periodo 1998-2009.

Establecida dicha previsión para el VAB, y teniendo en cuenta que se generan 641 t de residuos industriales no peligrosos por cada millón de euros de VAB del sector industrial; se obtiene una previsión de evolución de la generación de RInoP en ausencia de actuaciones que puedan corregir esa tendencia, que se puede ver en el gráfico siguiente.

La producción de residuos industriales no peligrosos esperada es la que se indica en el gráfico, **5,8 millones de toneladas de RInoP en total para el horizonte del año 2025.**

No obstante, hay que recordar siempre que se habla de cantidades potenciales, que incluyen subproductos y materiales reutilizables que no alcanzarán de hecho la condición de residuo.

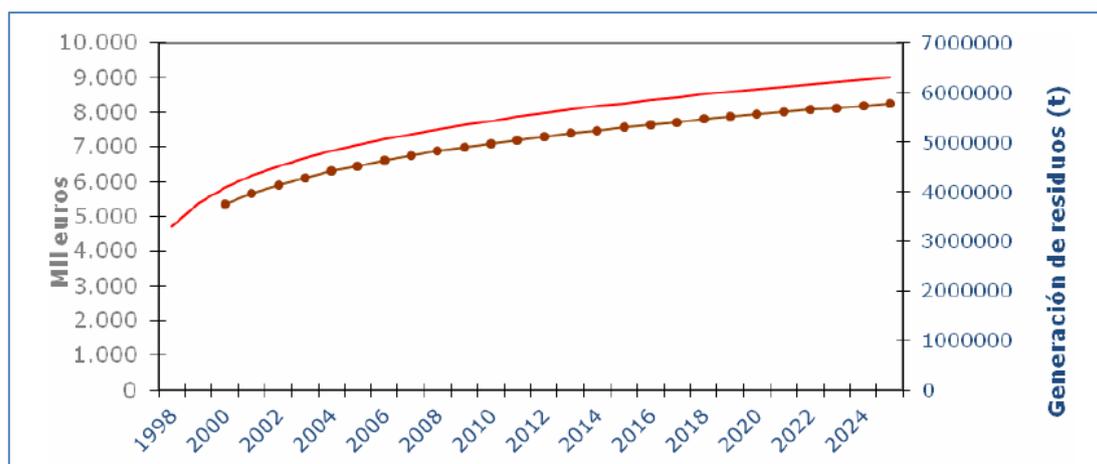


Figura 54: Previsión de evolución del VAB industrial y de la generación de residuos industriales no peligrosos en el horizonte del año 2025, en ausencia de las determinaciones del Plan. Fuente. “Plan Integral de gestión de residuos”, JCyL

Se debe tener en cuenta que, en el futuro, con el desarrollo normativo de los conceptos de subproducto y fin de la condición de residuo, habrá cantidades significativas de estos materiales que dejarán de ser considerados como residuos. **Todos aquellos que son originados en un proceso productivo orientado a otro producto, y que son utilizados sin transformación previa en otro proceso productivo cumpliendo los condicionantes legales de éste, podrán ser considerados como subproductos.** En esta situación se encontrarán muchos residuos de la industria agroalimentaria (que se emplean, por ejemplo, en alimentación de ganado), residuos metálicos del sector de la automoción y otros. Ello reducirá la cantidad de residuo generado.

VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS

Durante el año 2010 se gestionaron 1.478.682 t de residuos industriales no peligrosos en el territorio de Castilla y León, de las que 86,74% se valorizaron, el 6,77% se eliminaron y el 6,49% se almacenaron.

De los residuos gestionados en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León el 52,8% fue generado en la Comunidad Autónoma y el 47,2% proceden de fuera de ella.

Dentro de las familias de residuos que fueron tratados en mayor medida en las instalaciones de la Comunidad Autónoma, los residuos de industrias agroalimentarias (LER 02) y los generados en instalaciones de tratamiento de residuos y de plantas externas de tratamiento de aguas (LER 19) proceden mayoritariamente de la Comunidad de Castilla y León; los residuos de envases y municipales (LER 15, 20) fundamentalmente residuos de papel y cartón provienen en su mayoría de fuera de la Comunidad Autónoma; mientras que el origen los residuos de la transformación de la madera (LER 03) y de los procesos térmicos (LER 10) está más repartido entre ambos orígenes, aunque la proporción de residuos internos es ligeramente superior.

Familia LER	Valorización		Eliminación		Almacenamiento		Cantidad total (t)
	Cantidad (t)	%	Cantidad (t)	%	Cantidad (t)	%	
02	433.494	33,80%	4.613,6	4,61	0	0	438.108
03	153.359	11,96%	16.157	16,15	13.262	13,82	182.778
04	1.094,4	0,09%	3.208,5	3,21	0	0	4.302,9
06	0	0,00%	262,36	0,26	0	0	262,36
07	8.253,8	0,64%	1.423,8	1,42	28,95	0,03	9.706,6
08	237,47	0,02%	74,48	0,07	102,36	0,11	414,31
09	0	0,00%	11,94	0,01	0	0	11,94
10	73.431	5,72%	33.171 (auto-gestores)	33,15	43.618	45,44	150.220
11	16,26	0,00%	0	0	0	0	16,26
12	34.938	2,72%	239,82	0,24	13.190	13,74	48.368
15	132.985	10,37%	3.441,9	3,44	640,55	0,67	137.067
16	6.160,3	0,48%	46,48	0,05	1.383,0	1,44	7.589,8
17	41.847	3,26%	8.818,1	8,81	14.477	15,08	65.142
19	94.065	7,33%	22.222	22,21	6.025,4	6,28	122.312
20	302.769	23,60%	6.358,6	6,36	3.255,0	3,39	312.383
TOTAL	1.282.650	100%	100.050	100%	95.982	100%	1.478.682

Tabla 6: Cantidad de residuos gestionados (t) en el año 2010 en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León por familia LER y por tipo de tratamiento de destino. Fuente. "Plan Integral de gestión de residuos", JCyL

BALANCE GLOBAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

En el gráfico siguiente se muestra un balance general de la gestión de los residuos industriales no peligrosos en la Comunidad de Castilla y León en el periodo 2008-2010. Bajo el título "Almacenamiento", se presenta la diferencia existente entre el residuo que entra a tratamiento (producción más importación) y el que se trata (valorización+eliminación) o exporta.

La diferencia entre ambas cantidades es de un 5,1% en 2010, habiéndose reducido en los últimos años (la media en el periodo 2006-2008 fue de un 11,5%). Este valor da una idea aproximada de la imprecisión en el control de la gestión, en su mayor parte debida a la flexibilidad con que la industria entiende el concepto de "residuo" en el caso de los RI no P, a las vías alternativas de gestión (intracentro, recuperación como subproducto, etc.) y al menor control administrativo que la normativa impone sobre estos residuos, en comparación con los residuos peligrosos. La magnitud de este "Almacenamiento" resulta razonable en relación con el volumen de datos manejados y el volumen de movimientos de residuos que representan.

Con datos del año 2010 se identifican que, en Castilla y León, hay más de 195.000 toneladas de residuos que van a Eliminación o almacenamiento. De este volumen, una parte importante podría ser recuperada a través de procesos de Simbiosis Industrial.

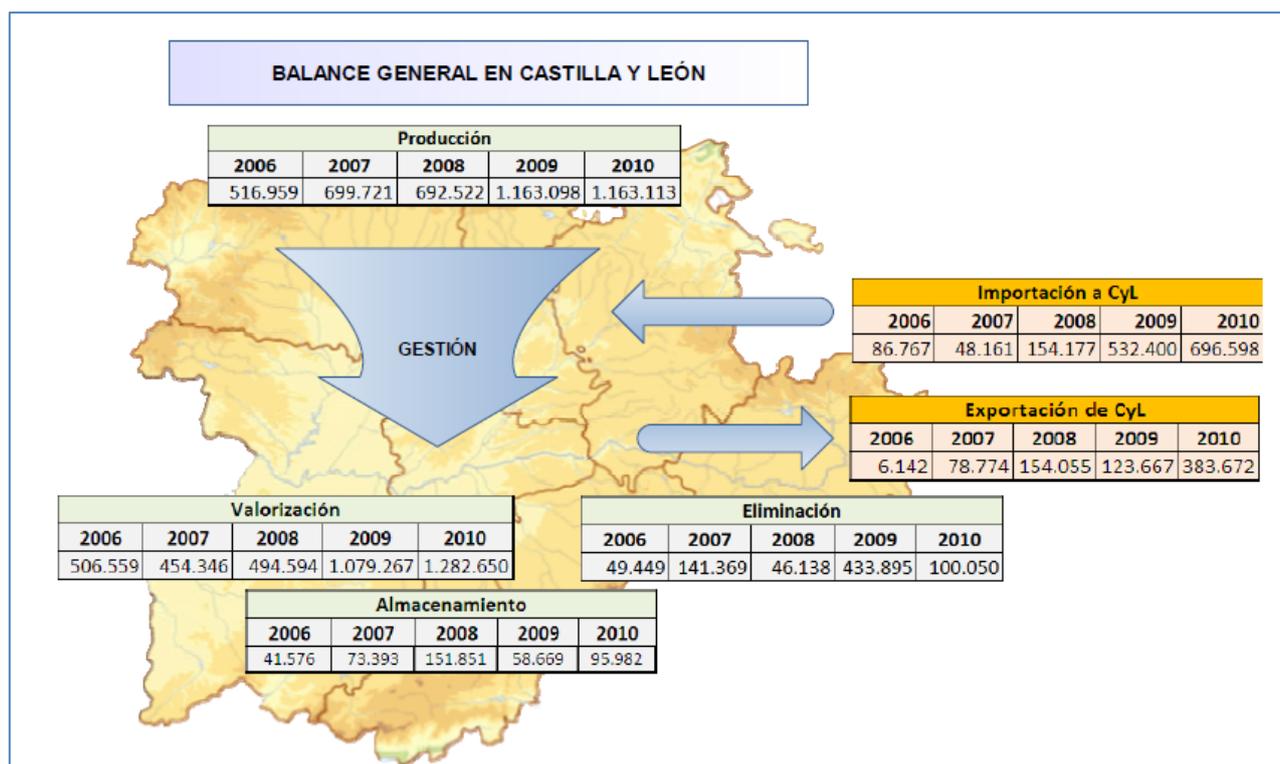


Figura 55: Balance de los residuos industriales no peligrosos tratados en instalaciones de la Comunidad Autónoma en el periodo 2008-2010. Fuente. "Plan Integral de gestión de residuos", JCyL

6.2.2 Residuos Industriales Peligrosos.

CANTIDAD DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS

En el año 2010 se generaron 165.792 t¹⁹ de residuos industriales peligrosos en la Comunidad de Castilla y León. De ellos un 36,7% son de producción primaria²⁰ y un 59,4% de producción secundaria originada por los procesos de valorización/eliminación de residuos. El resto se corresponde a baterías de plomo que dadas sus particularidades no se han asociado a un grupo específico (producción primaria – secundaria).

La ratio producción primaria/secundaria ha disminuido en los últimos años, hasta situarse en 2010 la producción de residuos derivada de la actividad económica general por debajo de la generada en los procesos de tratamiento de residuos, lo que sería consecuencia de la evolución de la situación económica.

¹⁹ La producción total no es estrictamente la suma de la producción primaria y secundaria: la cifra de producción secundaria engloba parte de la cantidad de residuos de producción primaria que han sido transformados en otros residuos mediante operaciones de valorización o eliminación en instalaciones de Castilla y León.

²⁰ Referido a la generación de residuos, la debida a procesos productivos o consumos directos de bienes o servicios.

LER	Descripción	Producción Primaria		Producción Secundaria		Producción Total (t)
		Cantidad (t)	%	Cantidad (t)	%	
01	Prospección, extracción, de minas, y tratamientos fisicoquímicos de minerales.	1,52	0,00%	0	0,00%	1,52
02	Agricultura, acuicultura, horticultura, silvicultura, caza y pesca, y preparación de alimentos.	5,83	0,01%	4,61	0,00%	10,44
03	Transformación de la madera, producción de muebles, pasta de papel y cartón.	0	0,00%	0	0,00%	0,00
04	Industrias del cuero, de la piel, y textil.	0,03	0,00%	0	0,00%	0,03
05	Refino del petróleo, purificación del gas, y tratamiento pirolítico del carbón.	3,79	0,00%	21,52	0,02%	25,31
06	Procesos químicos inorgánicos.	2.449,4	2,99%	5.262,3	5,25%	7.711,7
07	Procesos químicos orgánicos.	874,29	1,07%	0	0,00%	874,29
08	Fabricación, distribución y utilización de pinturas, adhesivos, esmaltes, sellantes, y tintas de impresión.	5.431,0	6,64%	727,92	0,73%	6.158,9
09	Industria fotográfica	284,22	0,35%	41,32	0,04%	325,54
10	Procesos térmicos	2.855,0	3,49%	68.953	68,79%	71.808
11	Tratamiento químico de superficie, recubrimiento de metales.	15.766	19,28%	124,27	0,12%	15.890

LER	Descripción	Producción Primaria		Producción Secundaria		Producción Total (t)
		Cantidad (t)	%	Cantidad (t)	%	
12	Moldeado y tratamiento físico mecánico de superficie de metales y plásticos.	2.246,5	2,75%	27,62	0,03%	2.274,1
13	Aceites y combustibles líquidos	14.109	17,25%	3.326,3	3,32%	17.435
14	Disolventes, refrigerantes, y propelentes orgánicos.	707,55	0,87%	0,11	0,00%	707,66
15	Envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración.	5.305,8	6,49%	515,48	0,51%	5.821,3
16	No especificados en otro capítulo (excepto los acumuladores 160601*)	5.710,4	6,98%	189,86	0,19%	5.900,3
17	Construcción y demolición	2.546,7	3,11%	0	0,00%	2.546,7
18	Servicios Médicos o veterinarios o investigación asociada.		0,00%		0,00%	0,00
19	Instalaciones de tratamiento de residuos, plantas externas de tratamiento de aguas	2.215,1	2,71%	19.212	19,17%	21.427
20	Municipales incluidas las fracciones recogidas separadamente.	394,68	0,48%	0	0,00%	394,68
	Acumuladores 160601* ¹⁶	6.479	7,92%		0,00%	6.479,0
	Aceites Usados ¹⁷	12.223	14,94%	1.812,3	1,81%	14.035
	Lodos de industriales ¹⁶	970,16	1,19%	21,52	0,02%	991,68
	Suelos contaminados ¹⁶	1.212,6	1,48%	0	0,00%	1.212,6
TOTAL		81.792	100,00%	100.240	100,00%	182.032

Tabla 7. Desglose de la generación de residuos industriales peligrosos en la Comunidad de Castilla y León por clase de residuos (año 2010) (toneladas). Fuente. "Plan Integral de gestión de residuos", JCYL

EVOLUCIÓN FUTURA DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.

La generación de residuos en el ámbito industrial parece seguir una correlación con la producción industrial, según todas las fuentes y como se ha constatado en el periodo 2004-2008 en la Comunidad de Castilla y León. Si atendemos exclusivamente a esta tendencia, en el año 2025 la generación de residuos peligrosos ascenderá a 0,23 millones de toneladas:

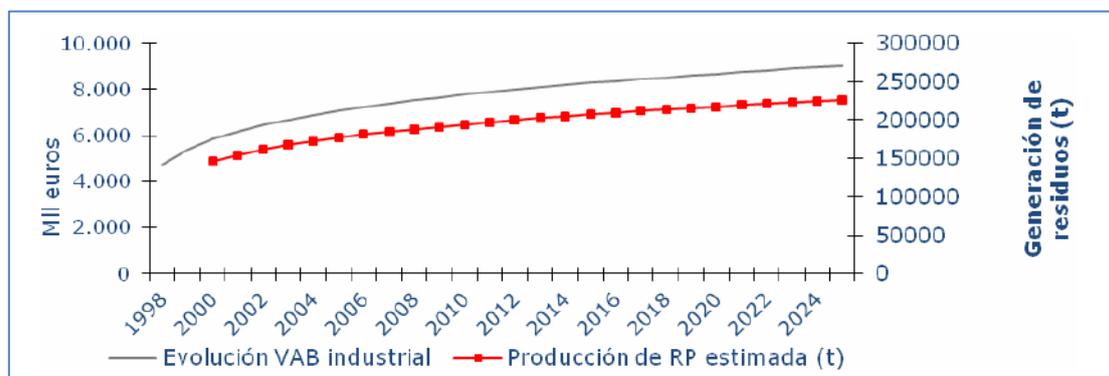


Figura 56: Previsión de la evolución futura de la generación. Fuente. “Plan Integral de gestión de residuos”, JCyL

Sin embargo, sobre esta evolución actúan otros factores, el más importante de los cuáles tiene que ver con la estructura industrial de la Comunidad Autónoma (tipología de industrias y sectores implantados, antigüedad del parque industrial, distribución territorial), que puede variar en el futuro de una forma no predecible en la actualidad, y que afecta grandemente a los LER generados. Otro factor que habría que considerar es el impacto de las medidas de prevención que adopten las industrias, en cuanto a implantación de tecnologías limpias y MTD, que ha de ser uno de los objetivos básicos de un plan de residuos.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LA COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN

Durante el año 2010 se trataron 348.870 t de residuos peligrosos en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León. El 70,0% de los residuos tratados fueron valorizados y el 30,0% sometidos a operaciones de eliminación.

Familia LER	Descripción	Valorización 2010 (t/año)	Eliminación final (t/año)
01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales	0	1,49
02	Agricultura, acuicultura, horticultura, silvicultura, caza y pesa, y preparación de alimentos.	0	0,12
03	Transformación de la madera, producción de muebles, pasta de papel y cartón.	0	0

04	Industrias del cuero, de la piel, y textil.	0	0
05	Refino del petróleo, purificación del gas, y tratamiento pirolítico del carbón.	0	0
06	Procesos químicos inorgánicos.	3.619,4	434,31
07	Procesos químicos orgánicos.	2.606,1	62,16
08	Fabricación, distribución y utilización de pinturas, adhesivos, esmaltes, sellantes, y tintas de impresión.	8.718,6	2.191,3
09	Industria fotográfica	27,52	24,05
10	Procesos térmicos	108.902	45.333,6 (44.768,3 de autogestores)
11	Tratamiento químico de superficie, recubrimiento de metales.	0	13.213
12	Moldeado y tratamiento físico mecánico de superficie de metales y plásticos.	0	1.968,5
13	Aceites y combustibles líquidos-	0	869,0
14	Disolventes, refrigerantes, y propelentes orgánicos.	800,9	3,44
15	Envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración.	1.732,4	1.494,72
16	No especificados en otro capítulo.	91.216	4.399,6
17	Construcción y demolición	0	26.402
18	Servicios Médicos o veterinarios o investigación asociada.	0	0
19	Instalaciones de tratamiento de residuos, plantas externas de tratamiento de aguas	26.480	7.989,2 ²¹
20	Municipales incluidas las fracciones recogidas separadamente.	0,13	379,72
TOTAL		244.104	100.367

Tabla 8. Tratamiento de residuos peligrosos en la Comunidad de Castilla y León (2010). Fuente. "Plan Integral de gestión de residuos", JCyL

El **44% de los residuos tratados** corresponden a residuos de la familia LER 10 (**residuos de procesos térmicos**), y el **26% acumuladores** (LER 160601).

En el **tercer lugar** en cuanto a cantidades de residuos peligrosos tratados en la Comunidad de Castilla y León figura la familia LER 19 (residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de **aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial**).

a) Valorización

Los residuos valorizados en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León se corresponden casi en su totalidad con residuos de procesos térmicos (que suponen el 45% de los residuos valorizados), acumuladores de plomo (37%), residuos procedentes de plantas de tratamiento de residuos y de las plantas de tratamiento de aguas residuales (11%) y residuos de pinturas y barnices.

La mayor parte de los residuos valorizados en nuestra Comunidad Autónoma proceden de fuera de ella.

En cuanto a los residuos valorizados que proceden de la propia Comunidad Autónoma, el principal flujo son las escorias salinas de la termometalurgia del aluminio (LER 100308), que son tratadas en su totalidad en la Comunidad de Castilla y León. Le siguen las baterías de plomo, de las que se trataron el 57% en las dos plantas autorizadas de la Comunidad Autónoma.

LER	Descripción	t/año	%	Principales Códigos LER	Origen CyL (t)	Origen fuera CyL (t)
10	Procesos térmicos	108.902	44,3%	100308 - 100304	25.599	83.303
16	No especificados en otro capítulo	91.217	37,1%	160601 (91.193 t; 37,1%)	3.964	87.229
19	Instalaciones de tratamiento de residuos, plantas externas de tratamiento de agua	26.480	10,8%	191211 - 191005	19	26.461
08	FDU pinturas y barnices	8.719	3,55%	080111 - 080113	928	7.791

Tabla 9 Principales familias LER objeto de valorización en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León (2010).
Fuente. "Plan Integral de gestión de residuos", JCyL

La operación de valorización final más empleada (94%) es el reciclado de metales, por el efecto de las plantas de fusión secundaria de plomo y aluminio, y de procesamiento de acumuladores.

b) Eliminación

El mayor flujo de residuos dentro de los que son eliminados en instalaciones de la Comunidad de Castilla y León son los residuos de procesos térmicos (LER 10). Casi la totalidad de estos residuos se corresponden con escorias de la termometalurgia del plomo que son eliminadas en las propias instalaciones de las plantas que los generan.

En 2010 se eliminaron también 26.402 toneladas de residuos peligrosos de la construcción y demolición, correspondientes, en su mayoría, a suelos contaminados (22.805 t) y materiales de construcción que contienen amianto (3.344 t). El 96% de los suelos contaminados y residuos de amianto eliminados en la Comunidad de Castilla y León proceden de fuera de la Comunidad Autónoma.

Las siguientes familias de residuos, en cuanto a la cantidad gestionada mediante eliminación, fueron los residuos de instalaciones de tratamiento de residuos y plantas externas de tratamiento de agua (LER 19) y los de tratamiento químico de superficies y recubrimiento de metales (LER 11; 12,6%), con origen principalmente en centros productores de la Comunidad de Castilla y León.

Las operaciones de eliminación que se han llevado a cabo han sido el depósito en vertedero (D5, 79,5%), y tratamiento físico-químico (D9).

BALANCE GENERAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS

En el siguiente gráfico se muestra un balance general de la gestión de los residuos industriales peligrosos en la Comunidad de Castilla y León en el periodo 2008-2010.

En él se muestran bajo el epígrafe "Almacenamiento", la diferencia existente entre el residuo que entra a proceso (producción más importación) y el que se trata (valorización + eliminación) o exporta. En 2010 esta diferencia es de 13.313 t, que supone aproximadamente un 3,2% del total de residuo gestionado.

Se trata de una medida cuantitativa aproximada, que refleja:

- inexactitudes en los pesos de residuos producidos (que en ocasiones se estiman o calculan aproximadamente a partir del volumen)
- ineficiencias en el control de los movimientos de residuos (p.ej. por errores de codificación de los LER en productores y gestores, u otras)
- residuos almacenados en las instalaciones a la espera de un procesado, si bien esta cifra debe ser de escasa magnitud porque se vería reflejada como "entrada" en los años sucesivos y no parece ser así

La magnitud de este “almacenamiento” resulta razonable en relación con el volumen de datos manejados y el volumen de movimientos de residuos que representan.

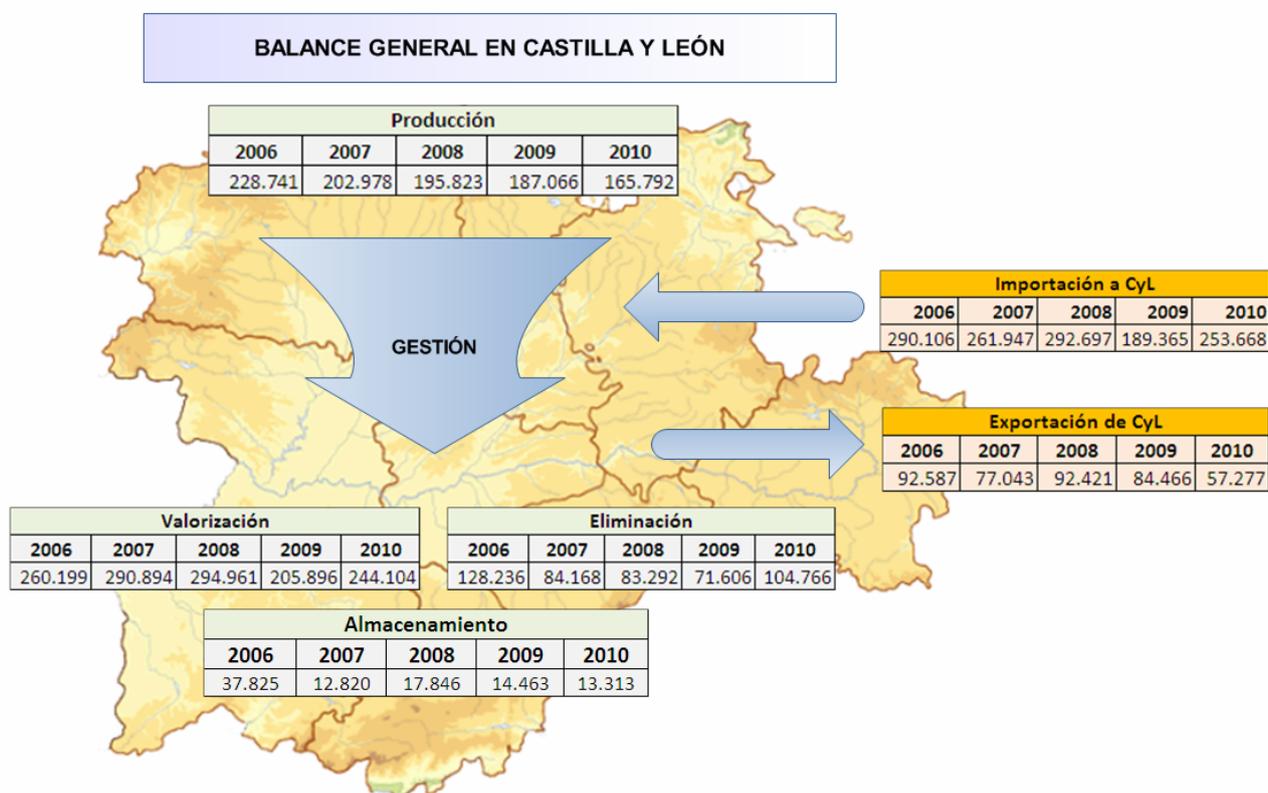


Figura 57: Balance de los residuos peligrosos tratados en instalaciones de la Comunidad Autónoma en el periodo 2008-2010. Fuente. “Plan Integral de gestión de residuos”, JCyL.

6.2.3 Programa de gestión de residuos.

El programa establecido dentro de este Plan Integral de Residuos de Castilla y León busca la reducción de residuos, tanto peligrosos como no peligrosos y, en este sentido, la Simbiosis Industrial supone una eficaz herramienta de apoyo a este Programa.

PROGRAMA DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS

La finalidad del Programa de Residuos Industriales Peligrosos es que la Comunidad Autónoma avance hacia un escenario efectivo de **prevención en la generación y disminución de la peligrosidad de esta categoría de residuos** en la Comunidad Autónoma y, para aquéllos que inevitablemente se produzcan, garantizar su adecuada gestión mediante un servicio de calidad a las empresas del territorio bajo unos estándares elevados de protección del medio ambiente y de la salud humana.

El primer aspecto –el de la prevención- se aborda dentro del Programa de Prevención que forma parte de este Plan, con medidas de formación, sensibilización, impulso de las técnicas de política integrada de producto y otras.

La mejora de la gestión, en un ámbito tan regulado como el de los residuos peligrosos, dependiente en su mayor parte del sector privado en lo que a sistemas, infraestructuras y financiación de ambos se refiere, pasa por una triple vertiente:

- Asegurar la disponibilidad de herramientas legislativas y/o fiscales adecuadas para impulsar esa adecuada gestión, y en particular la aplicación de la jerarquía de residuos
- Apoyo y regulación técnica de ciertas operaciones de gestión, de forma que se mejore la eficiencia de estos procesos
- Regulación de las transferencias de residuos con otras Comunidades Autónomas, y su relación con el principio de proximidad, y con las garantías futuras de disponibilidad de las infraestructuras adecuadas para garantizar el cumplimiento del Plan Integral de Residuos de Castilla y León, siempre de acuerdo con lo establecido en la Sección 4ª de la Ley 22/2011.

En cuanto al primero de los puntos, como medidas destacables ya adoptadas a nivel autonómico, está el establecimiento de instrumentos económicos para fomentar la reducción de la cantidad de residuos peligrosos enviados a vertedero.

Es importante reseñar que, por lo que se refiere a las necesidades de infraestructuras, la red actual de instalaciones de tratamiento y transferencia de residuos permite satisfacer adecuadamente la demanda de este tipo de servicios por el sector industrial. Con independencia de ello, la mejora y aumento de disponibilidad de servicios para el tratamiento de los residuos permite una reducción de costes al incrementarse la oferta, y permite el mantenimiento futuro del modelo de gestión. Bajo esta premisa, **el Programa de Residuos Industriales Peligrosos** pese a no recoger una propuesta de instalaciones futuras, **no establece limitaciones a la iniciativa privada para su implantación, siempre y cuando se observen los requisitos normativos aplicables**, y en particular, los criterios para la ubicación de las instalaciones de tratamiento de residuos establecidos en el Plan Integral de Residuos de Castilla y León.

Son objetivos del Programa los siguientes:

- Gestión de los residuos peligrosos aplicando la jerarquía de residuos y los principios de proximidad y autosuficiencia, promoviendo el reciclado y la recuperación de los recursos materiales contenidos en los residuos peligrosos.
- Incrementar la aplicación del principio de proximidad a los Residuos Peligrosos.
- **Incrementar la utilización de materiales reciclados procedentes de los residuos peligrosos.**
- Asegurar a largo plazo la autosuficiencia de la Comunidad de Castilla y León para la eliminación de residuos peligrosos, de tal manera que se garantice dicho servicio al sector industrial de la Comunidad Autónoma.

En relación con los objetivos cuantitativos derivados de la normativa sectorial, ésta establece que los agentes responsables de la puesta en el mercado de aceites industriales o, subsidiariamente, los SRAP estarán obligados a garantizar la recuperación de al menos el 95% de los aceites usados generados; y la valorización del 100% de los recuperados, mediante la regeneración de al menos el 65% de esa cantidad recuperada. Estos objetivos serán aplicables a los aceites procedentes de los agentes responsables de la puesta en el mercado que dispongan de domicilio social en la Comunidad de Castilla y León.

PROGRAMA DE RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS

La gestión de los residuos industriales no peligrosos se desarrolla en el ámbito de la iniciativa privada, y se rige por las obligaciones que establece la normativa vigente para los productores y gestores de residuos.

Por tanto, la Administración no interviene en la gestión directa del residuo, pero sí lo hace en los ámbitos de la planificación (identificar las necesidades y, en su caso, orientar las iniciativas privadas conforme a los principios de esa planificación); de la regulación legal; del control de la gestión; y en

su caso de orientar las políticas que favorezcan la prevención como principio básico del modelo de gestión que se desarrolle.

Los aspectos de la prevención y del control, se contienen en los respectivos Programas: el Programa de Prevención y el Programa de información y control. Y los aspectos relativos a la gestión del residuo son los que se abordan en este Programa, y en particular:

- Los que faciliten el **incremento de la valorización material del residuo, bien directamente, o bien potenciando el mercado de subproductos; el de materiales procedentes de la valorización de residuos (que han perdido la condición de residuo); u otras vías indirectas**
- Los que permitan incorporar la **valorización energética** como vía preferente respecto a la eliminación, para la gestión de residuos cuya valorización material no sea técnica, económica y/o ambientalmente recomendable
- Los que permitan **reducir la eliminación de residuos valorizables**

El Plan Nacional Integrado de Residuos establece como único objetivo a alcanzar para los residuos industriales no peligrosos, *asegurar la correcta gestión ambiental de los RINoP*.

Los objetivos a alcanzar por el Programa de Residuos Industriales No Peligrosos para este flujo de residuos son los siguientes:

- Asegurar la correcta gestión ambiental de los Residuos Industriales No Peligrosos en la Comunidad de Castilla y León, garantizando el principio de autosuficiencia (en lo relativo a eliminación de residuos) y la proximidad de las infraestructuras a los puntos de generación del residuo.
- Garantizar la aplicación del principio de responsabilidad del productor, con objeto de que los residuos industriales no se desvíen al flujo de residuos domésticos.
- Asegurar la disponibilidad de infraestructuras de gestión, y en su caso **impulsar la iniciativa privada para la puesta en marcha de nuevas infraestructuras de gestión de residuos industriales no peligrosos**.
- Impulsar una recogida separada para al menos los siguientes materiales: papel, metales, plástico, vidrio y madera.
- Potenciar el **desarrollo de nuevos mercados para las materias primas secundarias procedentes de los procesos de valorización de Residuos Industriales No Peligrosos en sustitución de otras materias primas**.
- Impulsar el reciclaje y valorización de los residuos industriales no peligrosos mediante el **aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos**, impulsando la valorización energética frente a la eliminación de tal forma que dicha alternativa se emplea como última opción de tratamiento.
- Evitar la eliminación de residuos no peligrosos valorizables, y en particular, el vertido en los vertederos asociados a las plantas de tratamiento de residuos domésticos.

6.3 Estudios y proyectos sobre SI en Castilla y León.

Al igual que en Europa y en España, en Castilla y León también se desarrolla y se participa en proyectos de SI y se han realizado estudios en los que se menciona la SI.

A este respecto, en el apartado 6.3.1. se hace referencia a un sector prioritario de la Comunidad, según el RIS3 de Castilla y León, como es el de automoción.

Por otro lado, en el apartado 6.3.2 se mencionan dos proyectos liderados por dos Agrupaciones Empresariales Innovadoras de Castilla y León (AEICE y VITARTIS) y que se desarrollan en dos sectores relevantes de la Región, recogidos también como prioritarios en el RIS3, como son el de Hábitat-Construcción eficiente y el de industrias agroalimentarias.

6.3.1 Simbiosis Industrial en el sector automoción en Castilla y León.

En el informe “La economía circular y sus oportunidades para el sector automoción”, elaborado por CC.OO., en diciembre de 2018, para la Fundación Anclaje y Formación de Castilla y León, se menciona la Simbiosis Industrial en este sector.

En el citado estudio se ha realizado una encuesta a empresas del sector (con 59 respuestas), obteniéndose la siguiente información de las empresas de Diseño y Fabricación de vehículos, componentes y recambios, sobre el empleo de procesos de SI e interés en el mismo.

 La economía circular y sus oportunidades para el sector automoción Grupo de Trabajo Automoción CCOO Castilla y León		
	<i>Realizan la acción “Siempre” o “Con frecuencia”</i>	<i>Consideran la acción como una oportunidad</i>
Industrialización sostenible de vehículos, componentes y recambios considerando uso eficiente de recursos	55%	11%
Diseño de procesos productivos orientado a minimizar generación de residuos	66%	13%
Aplicación medidas para prolongar vida útil maquinaria y utillaje (mayor mantenimiento)	71%	11%
Uso de maquinaria de segunda mano	24%	3%
Simbiosis industrial: subproductos o residuos de los procesos productivos del sector automoción se convierten en recursos de otras actividades	29%	13%
Recuperar su propia empresa o un tercero los residuos de sus procesos en su propio sistema productivo	42%	13%

Figura 58: Encuesta a empresas de Diseño y Fabricación de vehículos, componentes y recambios. Fuente. “La economía circular y sus oportunidades para el sector automoción”. Fundación Anclaje.

Un 29% de las empresas de este grupo manifiestan que realizan acciones de SI con “frecuencia” o “siempre” y un 13% indica que la SI constituye una oportunidad.

Entre las empresas del grupo de Uso y/o Fin de Vida, las respuestas han sido las siguientes:

	<i>Realizan la acción “Siempre” o “Con frecuencia”</i>	<i>Consideran la acción como una oportunidad</i>
Reparación de medios productivos y herramientas	66%	17%
Aplicación medidas para prolongar vida útil maquinaria y utillaje (mayor mantenimiento)	75%	8%
Uso de maquinaria de segunda	17%	0%
Simbiosis industrial: buscar que subproductos o residuos de sus procesos se conviertan en recursos de otras actividades	42%	25%
Recuperar su propia empresa o un tercero los residuos de sus	67%	8%

Figura 59: Encuesta a empresas de Uso y/o fin de vida. Fuente. “La economía circular y sus oportunidades para el sector automoción”. Fundación Anclaje.

En este caso, un 42% indica que emplea la SI “siempre” o “con frecuencia” y un 25% que la SI es una oportunidad.

En dicho informe también se indica que *“La simbiosis industrial aparece como otra oportunidad valorada por las industrias de UyFV (Uso y Fin de Vida) que han contestado a la encuesta, lo que hace pensar en la necesidad de herramientas que favorezcan esta simbiosis tales como una mejor comunicación y gestión de la oferta, demanda y posibilidades de residuos y su paso a materia prima secundaria”*.

Una de las conclusiones del estudio es la de “Interrelaciones y sinergias, e innovación y simbiosis industrial en el sector automoción”:

*“La implantación de la Economía Circular en el sector automoción necesita de interrelaciones y sinergias que van más allá del propio sector. No se puede conseguir el cierre circular del ciclo del vehículo sin traspasar el marco del propio sector y sin colaborar con otras organizaciones en tanto en cuanto muchas soluciones de Economía Circular, tales como materias primas secundarias o residuos para reutilización, tienen un sector de destino distinto del que se generaron. Esto está muy ligado a la innovación en los procesos productivos del sector automoción donde se generan los residuos y a la **simbiosis industrial** para la conversión de subproductos o residuos de los procesos productivos del sector automoción en recursos de otras actividades.”*

Y, como propuestas a esta conclusión se plantean, entre otras, las siguientes:

- **Promover la simbiosis industrial** para que subproductos o residuos de los procesos productivos del sector automoción se conviertan en recursos de otras actividades a **través de plataformas, asociaciones entre actividades o colaboraciones con las Cámaras de Comercio e Industria, las asociaciones de polígonos industriales o los clústeres**.
- Desarrollar la I+D+i necesaria para conseguir la viabilidad de las acciones vistas como oportunidades de Economía Circular en el sector automoción, a través de la **participación de las empresas en redes colaborativas** como la Enterprise Europe Network (<http://eenspain.es/>) y su división para Castilla y León (<http://www.galacteaplus.es/>) o en los proyectos europeos de los programas H2020, Interreg, Life, etc. que articulen y financien esta necesidad, dando lugar, por ejemplo, al nacimiento de esos **procesos** (y de las empresas que los pongan en marcha) **inexistentes en cuanto a simbiosis industrial**, reciclabilidad y aprovechamiento energética de residuos y efluentes.

6.3.2 Proyectos de CyL relacionados con la SI.

Se mencionan dos proyectos relevantes sobre Economía Circular – Simbiosis Industrial que han sido puestos en marcha en Castilla y León y que han sido liderados por dos clústeres relevantes de la Región:

- Proyecto “Waste4Contract” de AEICE.
- Proyecto “Go Sabefood” de VITARTIS.

Se hace mención también a otros proyectos y a la implicación de los clústeres de la región en la dinamización de proyecto de SI.

PROYECTO “WASTE4CONTRACT”.

El proyecto Waste4Contract pertenece a la Convocatoria de subvenciones para el año 2020 dirigidas a mejorar la competitividad empresarial a través del apoyo a las Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AAEEI) de la Comunidad de Castilla y León.

El proyecto se ha desarrollado desde febrero hasta octubre del 2020.

En este proyecto han intervenido:

- AEICE (Clúster de Habitat eficiente). Líder del proyecto.
- CTME (Centro Tecnológico de Miranda de Ebro).
- ABSOTEC (Absorción acústica).
- LINO ALONSO COCINAS.

Los objetivos del proyecto eran los siguientes:

- Estudiar el potencial de **revalorización de diferentes residuos**.
Se tienen en cuenta tipos de residuos de origen natural, como los de poda, o de difícil revalorización como aleaciones plásticas del sector de la automoción.
- Definir **nuevas formulaciones de materiales reciclados**.
Se obtienen nuevas formulaciones basados en el concepto de ‘madera plástica’. Las mismas incluirán materiales reciclados, fibras y residuos de madera, junto con diferentes aditivos.
- Definir un **catálogo de aplicaciones de los nuevos materiales para todas las empresas del clúster AEICE** que deseen incorporar materiales más sostenibles en sus líneas de productos.

Los residuos empleados en el proyecto han sido del tipo:

- Residuos de madera: aglomerado y DM.
- Madera de pino.
- Madera procedente de residuo de Construcción y Demolición.
- Envases de madera (palletes).
- Residuos voluminosos de madera (muebles, puertas, jambas, tableros, etc.).
- Residuos plásticos:
 - PET (Botellas de plástico).
 - HDPE (garrafas, tubo grueso de riego).
 - LDPE (tubo de goteo, film natural, etc.).
 - PP (automoción).
 - PS (moldes de semillero, automoción).
 - Otros plásticos (automoción).

A partir de estos residuos se llevó a cabo una labor de:

- Caracterización de los productos seleccionados.
- Análisis y valoración de productos de mayor valor añadido.

- Formulación de nuevos materiales sostenibles.
- Diseño de nuevas formulaciones de madera plástica a partir de materiales reciclados y aditivos específicos.
- Desarrollo de los nuevos materiales a partir de las formulaciones planteadas mediante “compounding”.
- Caracterización de los nuevos materiales desarrollados.
- Identificación de aplicaciones:
 - Para Absotec: Paneles fonoabsorbentes.
 - Para Lino Alonso: Fondos de armario, piezas no visibles, tiradores.
- Condiciones de los productos viables seleccionados.
- Elaboración de catálogo de aplicaciones.

Proyecto: Waste 4 contract
Nº Expediente: AEI/20/19

Convocatoria de subvenciones para el año 2020 dirigidas a mejorar la competitividad empresarial a través del apoyo a las Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AAEEII) de la Comunidad de Castilla y León.

ST33 ELABORACIÓN DE CATÁLOGO DE APLICACIONES



FABRICACIÓN
Perfiles en L
Tableros de 1x1m e= 1,2,3 y 4 cm



UTILIDAD EN LINO ALONSO
Fondos de armario
Piezas no visibles
Tiradores



UTILIDAD EN ABSOTEC
Estructura de paneles
fonoabsorbentes











Figura 60: Aplicaciones de los materiales desarrollados en el Proyecto “Waste4Contract”- Fuente: AEICE.

Con la ejecución de este proyecto de valorización de residuos se pueden generalizar su aplicación a actividades de Simbiosis Industrial en otras empresas de Castilla y León.

PROYECTO “GO SAVEFOOD”.

“GO SAVEFOOD” es un proyecto que se enmarca dentro de la convocatoria para la creación de Grupos Operativos Supraautonómicos en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020, financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).

Se trata de un “Grupo operativo para el diseño de una estrategia innovadora de reducción de pérdidas alimentarias”.

El proyecto estuvo integrado por ocho asociaciones regionales:

- Asociación de la Industria Alimentaria de Castilla y León – VITARTIS (líder del proyecto).
- AEI Clúster Alimentario de Galicia – CLUSAGA.
- Asociación de Industrias de Alimentación de Aragón – AIAA.
- Asociación Empresarial de Alimentos de Andalucía – LANDALUZ.
- Asociación Empresarial de Industrias Alimentarias de la Comunidad de Madrid – ASEACAM.
- Clúster Agroalimentario de Navarra – NAGRIFOOD.
- Clúster de Alimentación de Euskadi.
- Federación Empresarial de Agroalimentación de la Comunidad Valenciana – FEDACOVA.

La actividad de este Grupo Operativo fue planteada para, en un futuro, poder facilitar a las empresas del sector agroalimentario español todo un abanico de **soluciones innovadoras para** que puedan **disminuir las pérdidas que se producen a lo largo de la cadena de valor** con el fin último de mejorar la sostenibilidad del sector, desde el punto de vista social, económico y medioambiental.

Para alcanzar este fin, el Grupo Operativo estableció como objetivo fundamental de su actividad diagnosticar la situación actual en la gestión de pérdidas de alimentos de la industria alimentaria, de tal modo que permita diseñar, posteriormente, una estrategia que facilite su reducción e impacte positivamente a lo largo de la cadena agroalimentaria.

Se realizó una encuesta dirigida a empresas agroalimentarias en la que respondió más de un centenar de empresas, pertenecientes a diferentes subsectores.

Del análisis de la información recopilada se extraen las siguientes conclusiones.

- El principal destino de los desperdicios producidos durante la recepción de las materias primas, las mermas asociadas a la transformación y las pérdidas originadas en el proceso de manipulado y almacenamiento ha sido, fundamentalmente, la alimentación animal, pero seguido muy de cerca por los desechos y descartes. Las empresas encuestadas manifiestan que existe una gran variedad de subproductos, coproductos y productos desechados en el sector que dificulta su tratamiento o reutilización. Además, buena parte de ellos son no aptos para el consumo humano ni “optimizables” para usos alternativos por normativos de seguridad alimentaria y/o medioambiental, lo cual supone un claro hándicap para las empresas del sector. Es por ello que **existe una puerta a la investigación y al desarrollo de soluciones para fomentar su reutilización y reaprovechamiento.**
- Las empresas agroalimentarias encuestadas han demostrado su actual interés por conocer nuevas tecnologías, procesos y prácticas (67%), seguido de cerca por el interés en conocer las buenas prácticas efectuadas en la gestión de los desperdicios, mermas y pérdidas por otras empresas del sector (65%).

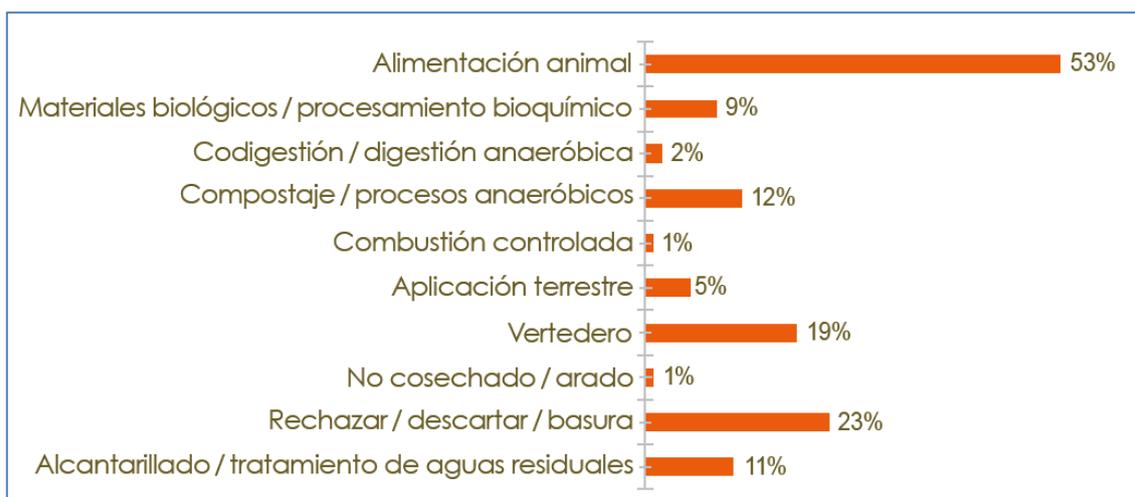


Figura 61: Destino de las pérdidas alimentarias. Fuente: Proyecto “Go SaveFood”. VITARTIS.

OTROS PROYECTOS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CASTILLA Y LEÓN.

En el “**Estudio del Ecosistema de economía circular y del metabolismo económico de Castilla y León**”, elaborado en el año 2018, en el marco del proyecto 495_CIRCULAR_LABS_6_E (Promoviendo el espíritu empresarial para la economía circular en el espacio ibérico), aprobado por el Comité de Gestión de Programa de Cooperación INTERREG V A España Portugal (POCTEP) 2014-2020, no se habla explícitamente de Simbiosis Industrial, pero se mencionan una serie de proyectos realizados en Castilla y León y que se engloban dentro de la categoría de SI.

Estos proyectos aparecen referenciados en el **anexo 5** y corresponden a:

- ECOEMPRESAS 14006.
- GREEN SCOUTING
- INTERREG POCTEP CIRCULARLABS
- INTERREG POCTEP ESPACIO T3
- INTERREG POCTEP REHABIND
- INTERREG POCTEP REINOVA SI

Por otro lado, aunque no se trata de un proyecto en concreto, cinco clústeres de la región (**AEICE, BIOTECYL, CBECYL, CYLSOLAR y SIVI**), representantes de ámbitos y sectores como la salud y el bienestar, los entornos construidos y el desarrollo territorial, así como la industria, la energía y el medio ambiente, han definido desde la colaboración y la innovación, en junio de 2020, 56 acciones que se resumen en el documento “**Acción Clúster**”. Dentro de este Plan, la línea 16 se refiere a “Dinamización del Plan Estratégico de Economía Circular a través de los clústeres” y la acción 16.c, dentro de esta línea se enuncia como: “**Puesta en marcha de iniciativas de “simbiosis industrial” en la que se pueda desarrollar la economía circular entre empresas a lo largo de los ciclos de valor**”. Este tipo de colaboraciones muestra la importancia que la SI está tomando en CyL y la implicación de distintos agentes que pueden actuar como dinamizadores de estos proyectos.



Figura 62: Documento “Acción Clúster”. Fuente: Clúster SIVI.

6.4 Casos de Buenas Prácticas de SI en Castilla y León.

Al igual que en los casos de Europa y España, se muestran una serie de casos de buenas prácticas de Simbiosis Industrial en Castilla y León. Como puede apreciarse, estos proyectos se centran, fundamentalmente en el aprovechamiento energético de los residuos, ya que es desde donde más fácil es generar procesos de Simbiosis Industrial. Se muestra también un caso muy interesante, en el que se emplea el ácido clorhídrico (residuo de una empresa y elemento básico en el proceso de otra).

Las empresas implicadas en estos casos son:

- San Miguel – Verallia (Burgos).
- Planta de Biogás de Subproductos Tuero – Cerealto Siro Foods (Venta de Baños, Palencia).
- SE Carburos Metálicos – Aleia Roes (Garray, Soria).
- Dupont – Gonvarri (Asturias – Burgos).

En el **anexo 6** se ofrece la relación de otra serie de proyectos de **Simbiosis Industrial** en empresas de Castilla y León, ubicadas en sus correspondientes **Polígonos Industriales**. Estas empresas son:

- AZUCARERA IBERIA.
- BIOCARBURANTES DE CYL.
- COPISO.
- QUESERÍAS ENTREPINARES.
- GESTAMP BIOMASS, S.L.
- GRUPO ANTOLÍN.
- GRUPO EUROPAC.
- OBLANCA.
- REFOOD.

PROYECTO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL ENTRE MAHOU – SAN MIGUEL Y VERALLIA.

Este acuerdo permitirá a la cervecera reducir su consumo de gas natural al sustituirlo por la energía recuperada de la actividad productiva de **Verallia**, lo que supondrá, a su vez, una reducción de sus emisiones de CO₂.

Verallia reducirá además la temperatura de la energía residual generada en el proceso de fundición del vidrio e indirectamente las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Ambas compañías han puesto en marcha el **proyecto conjunto en Burgos**, con una inversión de 2 millones de euros.

Mahou San Miguel, compañía 100% española ha firmado un acuerdo de colaboración con **Verallia**, líder europeo en la fabricación de envases de vidrio para el sector de bebidas y alimentación, con el objetivo de aumentar la eficiencia energética de sus procesos productivos.

Concretamente, el proyecto busca aprovechar la energía residual que se genera en la fundición del vidrio para emplearla en el proceso de elaboración de la cerveza, en sustitución del gas natural, reduciéndose el consumo del mismo, así como las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Por su parte, Verallia logrará disminuir un 40% la temperatura de la energía residual generada en el proceso de fundición del vidrio.

Como resultado de este acuerdo, Mahou San Miguel y Verallia han implementado, una iniciativa conjunta, **iniciada en el año 2019**, en sus respectivas fábricas burgalesas, situadas una junto a la otra, en la que invertirán 2 millones de euros. Este proyecto, permitirá a la cervecera reducir en más de un 60% su consumo de gas natural, lo que supondrá, a su vez, una reducción del 60% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de la cervecera. Por su parte, Verallia logrará disminuir un 40% la temperatura de la energía residual generada en el proceso de fundición del vidrio.

Para hacerlo posible, se instalará un sistema de recuperación de energía térmica en los hornos de Verallia que generará vapor saturado seco que se enviará a la central de producción de vapor de Mahou San Miguel. Un proyecto de ingeniería viable gracias a la proximidad de las instalaciones de ambas compañías en el **Polígono Industrial de Gamonal-Villimar** y que será llevado a cabo por Engie, empresa energética que impulsa modelos de producción rentables y respetuosos con el medio ambiente.

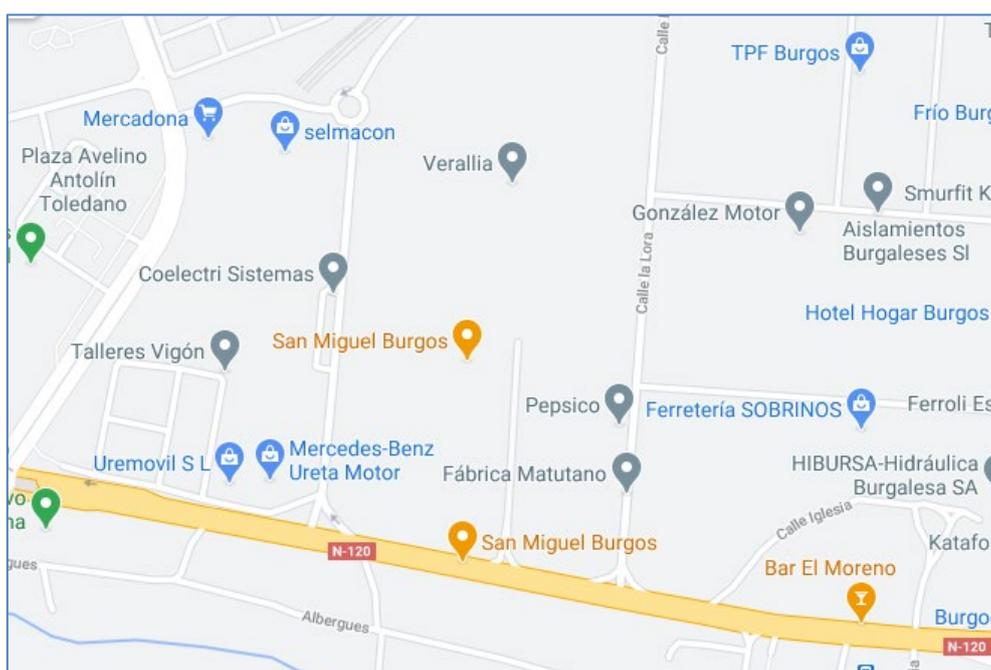


Figura 63: Ubicación de Mahou San Miguel y Verallia. Fuente. Google Maps.

PLANTA DE BIOGAS DE VENTA DE BAÑOS.

A mediados del 2019 se puso en marcha la planta de biogás de Subproductos Tuero en Venta de Baños (Palencia). La empresa, que gestiona y revaloriza diversos subproductos orgánicos, recibió el apoyo operativo de la ingeniería Genia Global Energy. Esta última afirma que desde que entró en operación “se ha conseguido aumentar el rendimiento que se le asignaba en su diseño original para, a partir de la misma cantidad de residuos, generar 500 metros cúbicos de gas (Nm³) cada hora, un 140% de la producción nominal de la planta”.

La corriente de residuos que entra en la planta está formada por lodos de depuradoras y desechos vegetales no aprovechables de las industrias agroalimentarias, entre las que principalmente se encuentra la multinacional Cerealto Siro Foods. Tras la fusión de Grupo Siro y Cerealto, esta industria ubicada en Venta de Baños sigue siendo una de las principales fabricantes de galletas, pastas y pan de molde de España.

Aunque la planta está pensada para el autoconsumo energético de Subproductos Tuero, **el excedente térmico se deriva a Cerealto Siro**, situada en el mismo polígono industrial. En Genia lo consideran “un gran ejemplo de simbiosis industrial: la planta de Tuero es capaz de abastecer el gas que consume una de las tres calderas de esta fábrica de pasta alimentaria a partir de los propios residuos generados en ella”.

El otro producto derivado de la planta de biogás es un **biofertilizante** “de muy alta calidad y rápida absorción por las plantas, por lo que puede volver a los campos para la producción de cereales, en el mismo entorno agrícola de Palencia”.



Figura 64: Planta de biogás de residuos agro-alimentarios de Tuero, ubicada en Venta de Baños (Palencia). Fuente. <https://www.energias-renovables.com/biogas/la-planta-de-biogas-de-tuero-produce-20200430>.

PLANTA DE CAPTURA DE CO₂ DE GARRAY

La planta de captura de CO₂ cuya construcción se inicia en octubre de 2020 en Garray (Soria), es un hito en el cambio hacia una economía circular, al cerrar el ciclo del carbono entre tres instalaciones industriales en principio independientes y absolutamente distintas.

El diseño y construcción de esta Planta de Captura de CO₂, forma parte del **Proyecto Life CO₂IntBio**, que coordina la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León, y que promueve la

economía circular, a través de la simbiosis industrial, en las actividades localizadas en el Parque Empresarial del Medio Ambiente (PEMA) ubicado en este municipio de Soria.

El proyecto permite la puesta en valor de los **residuos vegetales producidos en el invernadero de ALEIA ROSES**. Éstos se utilizarán como **combustible en la planta de generación eléctrica** a partir de biomasa de **ENSO** (Gestamp Biomass OM), mientras que los gases de combustión generados en esta caldera serán transformados en **CO2 verde en una planta de nueva construcción promovida por SE CARBUROS METALICOS**. El CO2 así capturado se recirculará en buena parte a los invernaderos de ALEIA ROSES para el incremento y mejora de su producción, cerrando así el ciclo.

La tramitación de los permisos ambientales de la planta de captura de CO2 impulsada por SE CARBUROS METALICOS, lograda con éxito en tan solo un año, conlleva la realización de complejos estudios ambientales específicos, cuya finalidad no es otra que acreditar que tanto la construcción como el desarrollo de la actividad se realizarán con la menor afección al entorno posible.

Aunque parte de la producción de este CO2 verde se destinará a las instalaciones del invernadero de ALEIA ROSES, la Planta de SE CARBUROS METALICOS, licuará parte de la producción de CO2 verde para su comercialización en diferentes sectores industriales, destacándose, por su importancia, el exigente sector agroalimentario.

Esta optimización en el aprovechamiento de recursos generados por distintas actividades, un caso de **simbiosis industrial** único en nuestro país, supone un cambio revolucionario en el fomento de la actividad industrial, dado que potencia un modelo desarrollo en el que se prioriza la sostenibilidad del conjunto. Y es un hito también en el desarrollo de la Estrategia de Economía Circular de Castilla y León 2020-2030, actualmente en aprobación, pero de la que ya se derivan iniciativas muy interesantes impulsadas por la Administración Regional.

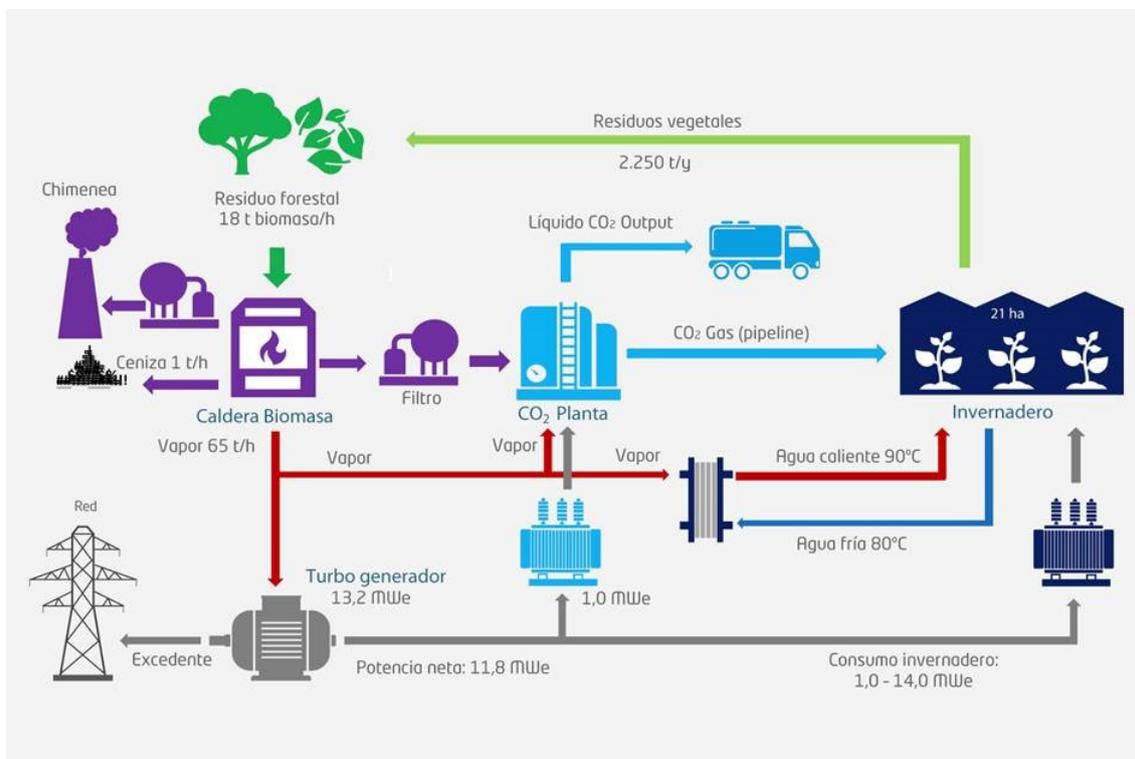


Figura 65: Planta de recuperación de CO2 en Garray (Soria). Fuente: <http://www.lifeco2intbio.eu/>.

ACUERDO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL ENTRE DUPONT Y GONVARRI

Este proyecto no se ubica directamente en Castilla y León, pero sí se ve beneficiado de él la planta de Gonvarri situada en Burgos.

Tras una inversión inicial de más de un millón de euros, realizada principalmente por DuPont, el acuerdo ejemplifica el concepto de economía circular y conducirá a una importante reducción en consumos de energía, agua y transporte para ambas compañías. Este proyecto se ha materializado en el año 2018.

El complejo industrial de DuPont en Asturias y el grupo Gonvarri, con plantas en Asturias, **Burgos** y Tarragona, han logrado un acuerdo innovador en el Principado por el cual un producto secundario de DuPont, el ácido clorhídrico, se reutiliza en el proceso productivo del grupo metalúrgico.

“En DuPont buscamos siempre maneras diferentes de abordar la mejora de nuestros procesos. A veces estas mejoras pasan por cambios en las fábricas, en la manera de gestionar las sustancias o en la forma en la que trabajamos día a día. Pero en este caso ha sido clave encontrar un socio para el que un flujo de ácido clorhídrico de concentración media, por debajo de la concentración comercial, supusiera un valor añadido. La colaboración con Gonvarri nos permite evitar la neutralización de este producto secundario con sosa, proceso que comporta un gasto económico además de aumentar nuestro consumo de recursos y necesidades de transporte de forma considerable,” comenta Ángela Santianes, presidenta de DuPont en España.

Por su parte, Gonvarri utiliza ácido clorhídrico en concentración similar a la del producto secundario de DuPont, para los procesos que lleva a cabo en sus instalaciones de Cancienes (a 3 km de distancia del complejo de DuPont) y **también en las de Burgos** y Tarragona.

“Gonvarri está avanzando hacia la circularidad de sus procesos productivos” dijo Jon Riberas, presidente de Gonvarri. “Éramos conscientes de la posibilidad de producir sinergias, pero la complejidad de las pruebas de compatibilidad junto con los ajustes en los procesos, han requerido un importante esfuerzo en la consecución de un acuerdo en el que finalmente todos nos beneficiamos. DuPont evita comprar, transportar y manejar sosa, Gonvarri adquiere el ácido a coste reducido para sus líneas de decapado y todo ello redundando en un menor consumo de cloro”.

Este acuerdo, basado en principios clave de la economía circular, ha requerido una inversión inicial de más de un millón de euros asumida principalmente por DuPont; los beneficios que reporta tanto para ambas compañías como para la reducción de la huella medioambiental son significativos.



Figura 66: Planta de Gonvarri en Burgos. Fuente: Diario de Burgos.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES

Del análisis de los casos de Simbiosis Industrial a nivel europeo, nacional y de Castilla y León, reflejados en los apartados 4, 5 y 6, se extraen una serie de conclusiones que se plasman en los siguientes apartados, al objeto de que puedan ser **tenidas en cuenta para poner en práctica, en los Polígonos Industriales de Castilla y León, las Buenas Prácticas indicadas.**

- Se han detectado una serie de factores que impulsan la aparición de casos de SI (agentes activadores o incentivadores), también hay factores facilitadores hacia la SI y otros que suponen un freno o barrera al desarrollo de un proceso de SI en Polígonos Industrial. Estos factores se describen en el apartado 7.1.1.
- En el apartado 7.1.2, a modo de resumen, se presentan un conjunto de consideraciones finales, basadas en lo reflejado en 7.1.1 y en el análisis de todos los casos expuestos en esta Guía.

7.1.1 ACTIVADORES, FACILITADORES Y BARRERAS PARA LA SI EN POLÍGONOS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN.

7.1.1.1 Activadores.

Existen una serie de elementos incentivadores o activadores que permiten poner en marcha actividades de Simbiosis Industrial.

Para permitir que los Activadores se entiendan de una manera más significativa, y aunque el ámbito de aplicación sea el de Polígonos Industriales en Castilla y León, se presentan a nivel de gobierno nacional, a nivel de gobierno regional / local y luego a nivel de polígonos industriales y empresas, ya que existen interacciones evidentes entre estos niveles.

En cada uno de estos activadores se hace mención a ejemplos relacionados de buenas prácticas de SI, a nivel europeo.

NIVEL NACIONAL

En el nivel más macro, hay ciertos factores globales que están impulsando fuertemente las actividades de los gobiernos nacionales en relación con la legislación, la formulación de políticas y los impuestos en este campo y que luego se trasladan a nivel regional y local.

Los más importantes son el **Acuerdo de París**, con la necesidad de cumplir con los objetivos de emisiones de GEI, y los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** de las Naciones Unidas. Ambos han activado efectos de goteo de los gobiernos nacionales a los gobiernos regionales / locales y luego a las empresas, lo que ha desencadenado la instigación o el aumento de la Simbiosis Industrial

Con el fin de cumplir con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París, los gobiernos nacionales ejercen presión para modificar la actividad industrial mediante la imposición de gravámenes al cambio climático y regulaciones al final de la vida útil de los productos. En Europa, **esto está impulsando la industria automotriz y las industrias de metales y plásticos asociados hacia la Simbiosis Industrial.** Muchos gobiernos también buscan prepararse para el futuro contra los cambios hacia objetivos más estrictos asignando, por ejemplo, a la industria de producción de alimentos y a las autoridades regionales y locales la organización de planes de recogida de residuos. El gobierno de Alemania, por ejemplo, ha aplicado con éxito palancas políticas para

impulsar a las empresas con alta producción de residuos, **como las fábricas de papel**, a buscar **rutas alternativas para sus productos de desecho**.

La incentivación fiscal y las subvenciones, que funcionan de manera opuesta a los impuestos punitivos, se han aplicado con éxito en Suecia para ayudar a la **industria de biocombustibles** de Händelö a adoptar relaciones simbióticas en el área de Norrköping. La intervención positiva es evidente en varios otros casos, por ejemplo, el gobierno de Portugal ha intervenido activamente para frenar la erosión económica o para mejorar las regiones estancadas utilizando subsidios. Así, cuando se inició el proyecto Relvão en Portugal, ya estaba en marcha una propuesta para la instalación de un gran centro integrado de recuperación, tratamiento y eliminación de residuos peligrosos en la región de Chamusca. Esta región fue luego seleccionada por el gobierno nacional para la implementación de una estrategia de SI para frenar el declive del tejido económico y social de la zona, que estaba comprometiendo el bienestar regional. El gobierno portugués, el gobierno municipal de Chamusca y la Universidad Técnica de Lisboa, **junto con empresas industriales y empresarios**, trabajaron en colaboración para utilizar inversiones altamente específicas para proporcionar mejoras sociales, económicas y ambientales a través de SI.

De los puntos dados anteriormente, es evidente que los gobiernos nacionales, bajo presión para cumplir con los desafíos y objetivos globales, y la necesidad de estimular el crecimiento o prevenir el declive económico, juegan un papel importante en el desencadenamiento y la aceleración de la SI, que tiene su reflejo a nivel regional, local y de empresas industriales.

NIVEL REGIONAL / LOCAL.

Muchas de las fuerzas descritas en la sección anterior, a nivel nacional, tienen un efecto de goteo para impulsar a los gobiernos regionales / locales y a las autoridades municipales a instigar Activadores que impactan, no solo a las empresas y polígonos industriales dentro de sus cuencas, sino también en sus propias actividades. Las más destacadas son las presiones que ejercen sus gobiernos nacionales para cumplir con los objetivos de emisiones de GEI ratificados a través del Acuerdo de París y los ODS. Sin embargo, a este nivel también entran en juego otros factores.

Las autoridades regionales y locales juegan un papel importante en el control de los impactos negativos de la producción dentro de una región / ubicación en particular. La contaminación de la industria en algunas áreas ha causado importantes impactos negativos en el medio ambiente, además de serias implicaciones para la población local. En Italia, hay ejemplos (como en el distrito de Tarento) donde las autoridades locales han hecho esfuerzos para controlar la contaminación local.

Los gobiernos locales con frecuencia han tenido un impacto en las iniciativas de SI al impulsar estratégicamente el desarrollo sostenible en un lugar en particular. Sus objetivos generales no son solo reducir el impacto ambiental de las emisiones, sino también estimular el crecimiento económico. En Chamusca, un parque industrial de celulosa y papel, y agroindustrias; empresas químicas (principalmente fertilizantes); y las instalaciones de tratamiento de residuos han prosperado gracias a la intervención del gobierno local.

Las autoridades de la ciudad tienen necesidades particularmente urgentes para controlar la contaminación y reducir los desechos. En la ciudad de Lidköping, en el sur de Suecia, la autoridad de la ciudad, propietaria del productor de energía y de la empresa de tratamiento de residuos proporciona evidencia de que el control directo en un sistema de SI es un catalizador valioso.

Tras la crisis financiera mundial de 2008, muchas áreas e industrias se hundieron, lo que llevó a la necesidad de estrategias de revitalización. La región de Abruzzo en Italia ofrece un ejemplo de la implementación de iniciativas por parte de una autoridad regional, en la que el gobierno local apoya a los productores de productos químicos y proveedores de energía. El sitio de Bussi Chemical, uno de los conglomerados industriales más antiguos de Italia, se identificó con una urgente necesidad de revitalización económica y social debido a los impactos de la crisis financiera y el aumento del desempleo. Como resultado, el gobierno local decidió estimular el interés en la SI dentro del área de Bussi, a través de su legislación titulada "Áreas Ecológicamente Equipadas". Esta legislación otorgó incentivos, en forma de prioridades, a las empresas que utilizan sistemas coordinados en

relación con la gestión de la contaminación del aire, el agua y el suelo, además de las instalaciones de servicios, la infraestructura y las tecnologías.

Los organismos regionales han ofrecido un estímulo adicional a la SI con lo que puede describirse como desbordamiento o transferencia de conocimiento **a través de un organismo coordinador o intermediario** que opera de una región a otra. Un ejemplo de este fenómeno se proporciona con el apoyo de una Autoridad de Desarrollo Regional para el NISP, que tomó el aprendizaje y el interés del programa HumberSide IS (HISP) y comenzó la configuración de otro programa de SI en las industrias de procesamiento dentro de la West Midlands. Los NISP, que se encuentran en múltiples regiones, fueron establecidos y apoyados por el gobierno central del Reino Unido con el objetivo principal de catalizar la SI. Más recientemente, NISP ha pasado de ser financiado por el gobierno a convertirse en una empresa privada.

En general, se verifica el papel fundamental que desempeña este nivel regional y local, no solo en el impulso de iniciativas gubernamentales de arriba hacia abajo, sino también a través de acciones laterales y descendentes para fomentar la adopción de la simbiosis. De esta manera, podemos ver que este nivel actúa como un valioso conducto de SI.

NIVEL POLÍGONOS INDUSTRIALES.

A nivel de Polígonos Industriales, hay numerosos factores Activadores, algunos como consecuencia directa de los descritos anteriormente a nivel nacional y regional / local. Sin embargo, existen otros factores distintivos que inician desarrollos simbióticos, y estos a menudo son de naturaleza fuertemente económica.

La reducción de costes y el aumento de la competitividad aparecen en varios casos de SI. Estos incluyen, por ejemplo, las relaciones simbióticas entre los actores de Tarento, como la acería ILVA, las refinerías de petróleo, las empresas cementeras y las empresas agrícolas más pequeñas, que se han vuelto vitales para que el distrito siga siendo comercialmente viable. Los impulsores financieros similares son evidentes en los productores de cuero en Italia, donde luchan frente a la competencia global. Con la ayuda de la Agencia Nacional Italiana de Nuevas Tecnologías, Energía y Medio Ambiente (ENEA), los productores colaboran con varias agroindustrias, incluido el procesamiento de aves de corral, que donan materiales de desecho como entradas para su uso en el proceso de curtido.

Estrechamente relacionado con el desencadenante anterior está el incentivo generalizado para que las empresas reduzcan los **costes de eliminación de residuos**. Por ejemplo, el intercambio simbiótico entre la fábrica de pulpa y papel de Hamburger Rieger GmbH y la planta de energía de Spremberg fue provocado por la necesidad, no solo de hacer frente a los altos costes de eliminación de los desechos de las fábricas de pulpa y papel, sino también de cumplir con la normativa alemana sobre residuos. Alemania, como en algunos otros países de la UE, prohíbe la eliminación directa de residuos en vertederos.

Otro factor destacado es el reconocimiento, por parte de las empresas, del **valor de los subproductos** que antes se consideraban residuos. Por ejemplo, las empresas ubicadas en el área industrial de Mersey Banks dentro de los sectores químico, de petróleo y gas se dieron cuenta de que la simbiosis podría extenderse a sinergias más amplias que involucren a empresas de papel, automotriz, aeroespacial y de metales.

La seguridad frente a **fluctuaciones en el suministro y / o costes de energía y calor** ha dado lugar a actividades de SI, como fue el caso de empresas en la isla de Händelö. Se requiere energía constante para satisfacer las necesidades del municipio de Norrköping, por lo que las empresas buscaron un método mutuamente propicio para asegurar un suministro continuo de electricidad y calor a precios competitivos, asegurándose de que fueran independientes de las fluctuaciones del mercado y la inestabilidad geopolítica.

Los recursos también se presentan cuando las empresas necesitan encontrar proveedores fiables de materias primas clave, o cantidades adicionales o más baratas de insumos.

Otro impulsor de la SI es la necesidad de las empresas de buscar una estrategia de crecimiento donde los recursos son escasos o limitados. **El agua** es una limitación común, y esto ha llevado, por ejemplo, a los productores de cuero en lugares específicos a establecer relaciones con otros socios industriales. Los factores relacionados con la escasez de agua han actuado como poderosas fuerzas motivacionales en otros lugares, como en el grupo industrial de Kalundborg en Dinamarca.

En este nivel, un factor adicional y fundamental es el de la **reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero** (predominantemente CO₂) en línea con las metas nacionales e internacionales establecidas en París, además de cumplir con los ODS.

La diversificación, como estrategia para extraer un mayor valor de los materiales y levantar barreras para los participantes en los mercados centrales es un factor de motivación adicional. Es el caso de la estrategia de British Sugar (ahora parte de AB Sugar), que está integrado muy verticalmente. La estrategia se centró en el desarrollo de modelos de negocio alternativos utilizando subproductos del refinado de azúcar. Se aplicaron procesos de simbiosis interna, ya que solo se han necesitado sinergias externas limitadas. La empresa tuvo que atravesar tiempos difíciles, en particular con la apertura del mercado del Reino Unido a la competencia mundial y la consiguiente rivalidad con la producción de azúcar de bajo costo en los países en desarrollo. La protección del medio ambiente solo se convirtió en un motor de simbiosis más tarde.

Los beneficios de marketing en forma de perfiles de **Responsabilidad Social Empresarial (RSE)** elevados han proporcionado otro incentivo. Por ejemplo, al implementar una sinergia de recursos, ThyssenKrupp mejoró sus prestaciones medioambientales, de acuerdo con su política empresarial. Este proveedor de soluciones de tecnología de aleación de aluminio presentó una solución más sostenible (y más barata) para deshacerse de las lonas, que normalmente se enviaban al vertedero. Algunas empresas han seguido una vía de SI con el objetivo estratégico de enviar cero residuos al vertedero, por ejemplo, Michelin en Irlanda del Norte.

Existen ejemplos de SI de larga duración en ciertas industrias y ubicaciones particulares. Cabe destacar los grupos de empresas que operan en industrias como la química, el petróleo y el gas y las industrias de procesos, es decir, pulpa y papel. Evidentemente, estos grupos han actuado como **ejemplos de mejores prácticas que las empresas de otras áreas geográficas han intentado emular**. Kalundborg se ha presentado con frecuencia como un faro, ayudando en la germinación del proyecto del **Parque Eco Industrial Relvão (Portugal)**.

7.1.1.2 Facilitadores.

Los Facilitadores están organizados de una manera distinta a los Incentivadores antes indicados. Sin embargo, ambos aspectos están relacionados uno con el otro.

Cuando analizamos los facilitadores y las barreras (apartado 7.1.1.3) hay que tener en cuenta que un mismo factor puede actuar, en unos casos, como facilitador y, en otros, como una barrera en la SI.

GOBIERNO / AUTORIDADES REGIONALES.

La intervención estatal o regional directa, en forma de **contribuciones financieras o inversión** en SI es uno de los facilitadores más importantes.

Las políticas son otra herramienta importante que ayuda a proporcionar un marco apropiado para el desarrollo de SI. Los procesos interactivos entre el gobierno, otras instituciones y las propias empresas ayudan a su alineación y esfuerzos colaborativos. Un elemento notable y específico de apoyo a la SI han sido las políticas gubernamentales nacionales y regionales derivadas de la regulación. Algunos ejemplos son: las regulaciones del gobierno danés sobre control de la contaminación, reducción de emisiones y eficiencia energética y de recursos, y la prohibición del gobierno alemán sobre la eliminación directa en vertederos.

La inversión del gobierno en los procesos de **apoyo a la innovación** y en los órganos de coordinación ocupa un lugar destacado en la SI. Es de destacar la decisión del gobierno del Reino Unido de invertir fuertemente en el establecimiento del NISP, que operaba (y continúa haciéndolo) como el conector y el intermediario de conocimiento entre empresas y organismos de investigación.

Los gobiernos regionales e incluso locales ayudan de otra manera al actuar como una forma de **punto entre el gobierno nacional y las empresas**. Esta característica ha demostrado ser vital, ya que conocen las condiciones y contextos locales y pueden ayudar a configurar la política nacional en consecuencia. Además, esta conciencia permite desarrollar políticas más personalizadas y apoyar las sinergias emergentes.

También se han creado condiciones favorables mediante el uso del **marketing ecológico**. El marketing específico ha demostrado ser una herramienta poderosa y ha ayudado a crear conciencia medioambiental en los municipios (como en el caso de Lidköping, Suecia), y ha servido para atraer nuevas empresas a la región.

INTERMEDIARIOS / AGENTES DEL CONOCIMIENTO (Universidades, Centros Tecnológicos, Agrupaciones Empresariales Innovadoras, HUB's, etc.),

Los intermediarios juegan un papel fundamental en la SI. Por ejemplo, el NISP y el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible del Reino Unido (BCSD-UK) fueron fundamentales para catalizar el desarrollo de nuevos sistemas de SI en el Reino Unido y garantizar el funcionamiento efectivo y continuo de estos sistemas. Su función principal fue **identificar, conectar y coordinar empresas y partes interesadas** dentro del Programa de Simbiosis Industrial (HISP) de la región de Humber, con el apoyo científico de investigadores de la Universidad de Lund, Suecia.

Otro aspecto de la función facilitadora de muchos intermediarios es la de evaluar qué otros **conocimientos especializados** se requerían y de dónde podrían obtenerse. Las universidades, los organismos de investigación y las propias consultorías especializadas han desempeñado un papel fundamental para permitir que se establezcan sinergias mediante la aportación de conocimientos altamente especializados.

Los intermediarios han ayudado aún más al proporcionar una vía de negociación a las autoridades como la Agencia de Protección Ambiental de Escocia, a la que se contactó para reclasificar la arpillera que anteriormente figuraba como desperdicio en la licencia de PPC a un subproducto para que pudiera ser reutilizado. Con frecuencia los agentes que actúan como intermediarios, o dentro de las agencias que brindan esta función, tienen un amplio conocimiento debido a su experiencia en la industria. Este conocimiento puede relacionarse con el flujo de recursos, la química, las técnicas y tecnologías de extracción y reprocesamiento. El conocimiento previo de la legislación también resulta valioso para cerrar la brecha entre un estado existente y uno que involucra simbiosis. El intercambio de conocimientos a través de redes y geografías se suma a la importancia de los intermediarios.

SOCIAL Y DE RELACIONES.

Para muchos casos de SI los habilitadores sociales son fundamentales para su desarrollo. **La confianza**, ya sea entre individuos o empresas o con los intermediarios / órganos de coordinación, constituyen un factor importante. Así, por ejemplo, la confianza entre varias empresas y el gobierno de la ciudad de Helsingborg creó un sólido sistema de interdependencias. En este caso, la confianza se construyó sobre la base de la integración en vecindades particulares y el largo plazo.

Las relaciones de trabajo cercanas son críticas en muchos casos de SI y se extienden a otras partes interesadas, por ejemplo, intermediarios, como el NISP y las Agencias de Desarrollo Regional (RDA) en el Reino Unido e instituciones académicas. En casos como el de Kalundborg, las relaciones autoorganizadas y mediadas entre individuos, empresas y autoridades proporcionaron las condiciones ideales para que se desarrollaran las sinergias.

LIDERAZGO.

Individual: el liderazgo actúa en varios niveles para fomentar el desarrollo de sistemas de SI. A nivel individual en un caso de SI en West Midlands, RU, un Director Gerente de gran credibilidad de una refinería a gran escala con una mentalidad colaborativa asumió el rol de liderazgo del proyecto. En el mismo estudio, los Coordinadores de Proyectos tenían antecedentes como altos directivos en las empresas involucradas. Por lo tanto, el liderazgo de SI no solo fue evidente a nivel ejecutivo, sino que también se difundió dentro de las organizaciones.

Organizacional: desde una perspectiva de nivel organizacional, una empresa importante en Humberside, RU, ocupó un papel de liderazgo al inicio de un programa de SI con un fuerte compromiso. Esto generó una atracción gravitacional centrada en una cultura colaborativa que alentó a otras partes interesadas a participar.

Regional / Local: en el caso de SI en Helsingborg, Suecia, se encontró un fuerte liderazgo en sostenibilidad a un nivel más macro, ya que las estrategias locales / regionales ayudaron a superar las barreras de SI relacionadas con la ubicación geográfica. Esto se realizó a través de una planificación urbana activa, además de facilitar relaciones sólidas con los municipios vecinos, lo que resultó en sinergias que generaron el corredor de calefacción de distrito entre Helsingborg y Landskrona.

GEOGRÁFICO / ESPACIAL.

La proximidad geográfica es un factor crítico en el desarrollo de sinergias, por ejemplo, en los casos en que las empresas han podido aprovechar los materiales de desecho que convergen en las proximidades o donde han estado cerca de estructuras de disposición. y / o socios de recursos.

El aislamiento relativo y el tamaño pequeño de una región/lugar ayudan, en casos particulares, a crear condiciones favorables, ya que las interacciones sociales entre trabajadores y gerentes ocurren regularmente, como se demostró en el ejemplo del clúster industrial de Kalundborg. La naturaleza de las industrias en un lugar/región juega un papel en el desarrollo de SI; **en algunos, la homogeneidad es un atributo positivo; en otros, heterogeneidad.**

El papel de **una empresa líder en una ubicación es importante** ya que puede establecer sinergias iniciales que luego proporcionen un efecto de "atracción gravitacional" para extender la red.

PROCESO DE PUESTA EN MARCHA DE SI.

Los procesos son factores importantes para impulsar el SI.

Muchos casos sinérgicos son el resultado de una **actividad sistemática y planificada**, generalmente coordinada por un intermediario o un comité organizador que utiliza un proceso de recopilación de información para gestionar la información técnica, legal y económica necesaria. Este proceso luego conduce a la identificación de las empresas ideales y / u otras partes interesadas, como los municipios, para participar en las sinergias.

El proceso general típico adoptado por los intermediarios es un habilitador importante. Cabe destacar los siguientes elementos:

- la difusión de información en un formato claro / abierto a las empresas / partes interesadas apropiadas;
- la creación y ejecución de programas de sensibilización, como talleres formales de puesta en marcha / sensibilización;
- la negociación de acuerdos formales para realizar sinergias (y desarrollar confianza);
- el seguimiento cuidadoso y
- la retroalimentación de información para orientar las iniciativas y / o desarrollar más sinergias.

TECNOLOGÍA.

La tecnología ha impulsado a la SI en la comprensión de cuál es el área más efectiva para intervenir y monitorizar, a través del establecimiento de puntos de referencia iniciales o líneas de base y la retroalimentación en vivo de datos a lo largo del tiempo.

El Internet de las cosas (IoT) permite procesos inteligentes de toma de decisiones a través, por ejemplo, de la transmisión de datos. Los datos remotos de los componentes de TI integrados reducen la necesidad de interacciones e intervenciones humanas y han habilitado las redes de SI.

La Industria 4.0, que ha sido habilitada por IoT, ha ampliado la capacidad de vincular fábricas inteligentes singulares a redes modulares mediante la monitorización de materiales y procesos físicos. Se han producido escenarios óptimos de futuro que permiten una toma de decisiones descentralizada en estos contextos. Las tecnologías de la comunicación digital (TIC) han permitido que la información fluya dinámicamente por las redes. Al hacerlo, la tecnología se ha convertido en un poderoso soporte de sinergias.

HERRAMIENTAS, MODELADO Y MEDICIONES.

Herramientas de diferentes tipos ayudan a la SI, por ejemplo, en Humberstone, RU, se desarrolló una herramienta de información en línea y se utilizó como interfaz de recopilación de datos electrónicos. Esta herramienta acortó el tiempo y redujo el esfuerzo requerido de las empresas que trabajan hacia SI al proporcionar la capacidad de manejar rápidamente los grandes volúmenes de datos que se generan con frecuencia en los sistemas.

También es útil el uso de sistemas de gestión de recursos basados en la web para identificar a las partes interesadas (empresas) para las sinergias, como lo utiliza el NISP en el Reino Unido. Además de las herramientas, las bases de datos se han vuelto útiles para acelerar el proceso de SI, por ejemplo, la base de datos SYNERGie. SYNERGie ayudó a validar el valor de las sinergias potenciales, ayudó en las negociaciones verificando los datos de coste-beneficio, y también calculó la reducción de emisiones, ahorros en vertederos, números de creación de empleos, requisitos de inversión y ganancias proyectadas.

Se presentan métodos cuantitativos en varias formas, p. ej. Evaluaciones de ciclo de vida (LCA), que se utilizaron para comprender el caso de referencia y proporcionar ahorros proyectados. Un modelo más innovador ayudó a calcular los beneficios de los intercambios de materiales en sistemas complejos como el sistema de biocombustibles. En la SI de Norrköping (Suecia), se modelaron varios escenarios para probar las interacciones y la sensibilidad a un cambio de variables (p. Ej. de flujos de material / tiempo). Es interesante que aquí, la entrada y el intercambio de datos por parte de las empresas con intermediarios / agentes de conexión / investigadores aceleraron el uso de enfoques basados en modelos / datos que luego generaron sinergias.

En la siguiente tabla se ofrece el resumen de los facilitadores indicados:

FACILITADORES	
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Entorno de confianza. • Conciencia ambiental. • Enfoque espontáneo y autoorganizado. • Redes internas y externas. • Programas de educación y concienciación comunitaria.

FACILITADORES	
ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes operativos. • Ingresos de nuevas oportunidades comerciales. • Identificación de ahorros en la gestión de residuos. • Financiamiento nacional. • Contribuciones privadas.
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Legislación, políticas y planes para la simbiosis industrial. • Promoción de redes y mercados de residuos. • Promoción de marcos para la economía circular.
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción de protocolos y acuerdos formales. • Diversificación del enfoque empresarial tradicional. • Promoción de negociaciones espontáneas y negociaciones "one to one".
TECNOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de procesos, incorporación de tecnologías. • Promoción de la red. • Instalaciones que permiten la viabilidad tecnológica de sinergias. • Digitalización de la industria a través de la transición a Industria 4.0.
INTERMEDIARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Participación de instituciones de I + D y universidades. • Entidades regionales que promueven sinergias.
GEOGRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> • Proximidad geográfica • Redes logísticas

Tabla 10: Resumen de Facilitadores de la SI.

7.1.1.3 Barreras.

En el desarrollo de proyectos de SI en Polígonos Industriales también existen diferentes barreras. Como se ha indicado anteriormente, existen vínculos entre éstas, los Incentivadores y los Facilitadores.

MATERIALES.

En el nivel más básico, puede existir incertidumbre en torno a la obtención de aporte de material suficiente de la calidad adecuada a un caudal predecible.

La clasificación de materiales como desechos en lugar de subproductos utilizables aparece como otra barrera, debido a la dificultad de reclasificarlos con reguladores o a que algunos requisitos de materias primas presentan barreras que son difíciles de cumplir.

CAPACIDAD.

Desde una perspectiva de nivel de SI entre empresas pueden existir varias limitaciones, tales como:

- Insuficiencia de datos para conocer el potencial de la SI industrial en una determinada empresa.
- Recursos humanos insuficientes disponibles para buscar y comprender los usos potenciales de los desperdicios y los potenciales usos como materia prima para otros procesos o productos, actuando como una barrera de información.
- Escasez de habilidades en relación con la comprensión de cómo se puede hacer que funcione la SI, de donde se deriva la necesidad de capacidades de transferencia de conocimiento en los órganos de coordinación.
- En grandes empresas pertenecientes a grupos multinacionales, éstas tienen una autonomía limitada debido a que determinadas decisiones estratégicas deben ser aprobadas en la sede central. En ocasiones, la Dirección General puede no estar interesada en las posibilidades de la SI en niveles locales.

COMPLEJIDAD Y CONTINUIDAD.

La transición a un sistema de SI requiere una multitud de cambios en todas las dimensiones. Estos cambios pueden generar importantes fuerzas de resistencia que operan dentro de las estructuras industriales existentes, como pueden ser:

- La inercia, en forma de vinculaciones a prácticas o tecnologías dominantes.
- Los enfoques estratégicos de las empresas en general se han orientado hacia los niveles más altos de atención con respecto al producto principal. Por lo tanto, la identificación de los posibles usos de los residuos se considera una desviación de capital y recursos humanos de la actividad principal, lo que hace que la SI parezca poco atractiva. Esta falta de voluntad para considerar la SI se hace más pronunciada durante los períodos de crisis económica.
- La incertidumbre se presenta de diferentes formas: problemas de financiación / inversión de la empresa; la naturaleza insegura del apoyo gubernamental; estrategias a corto plazo, etc.

COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN.

Dada la importancia atribuida al papel de los intermediarios y coordinadores en los incentivadores y facilitadores, es evidente que cualquier deficiencia en su función plantearía barreras (funciones como la recopilación de información, la identificación de factibilidades de sinergia y el apoyo brindado para establecer un sistema viable, además de ayudar a asegurar la inversión).

Una deficiente comunicación sobre el Programa de SI a llevar a cabo puede conducir a una falta de implicación de las potenciales empresas participantes.

Una vez que es programa de SI se pone en marcha es necesaria una comunicación eficaz y continua a lo largo de todo el proyecto.

LIDERAZGO Y DISPOSICIÓN.

La pérdida de liderazgo cuando una empresa importante en una red de SI deja de operar en la región es particularmente problemática. Se ha encontrado que la inercia social no solo es el resultado de la pérdida de liderazgo, sino también de la administración titular que dirige las actividades de una empresa, particularmente en lo que respecta a dirigir los esfuerzos de ingenieros y tecnólogos, de los cuales se requieren diferentes actividades para la transformación a SI.

Un efecto similar se ha observado en relación con la atención de los responsables políticos hacia la SI.

La feroz competencia en ciertas industrias crea otra barrera mental que puede bloquear los esfuerzos de colaboración.

Las mentalidades resultantes de experiencias negativas de colaboración anteriores actúan como un impedimento adicional para la simbiosis.

GEOGRÁFICO / ESPACIAL.

Dentro de ubicaciones específicas, la naturaleza de los negocios existentes crea barreras; en Lidköping, Suecia, el área estaba formada por negocios heterogéneos más que por una industria homogénea, lo que agravaba la cooperación entre empresas. Esto se debió principalmente a la falta de conocimiento de las actividades de otras empresas.

Las grandes distancias entre empresas actúan como barrera al disminuir la viabilidad económica de la colaboración y provocar un impacto ambiental negativo a través del transporte de materiales.

La escasez de materiales básicos como el agua ha impedido cualquier desarrollo industrial adicional en ciertos lugares. De manera similar, la falta de infraestructura, instalaciones, servicios públicos y servicios de mantenimiento en una zona / área / región y La falta de instalaciones adecuadas surgen como barreras para la SI.

La oposición de las comunidades locales a la industrialización adicional y la falta de participación activa de la comunidad pueden actuar como impedimentos poderosos para la SI.

TECNOLOGÍA.

Tres elementos tecnológicos específicos se detectan como barreras:

- En primer lugar, el obstáculo generado por lo que se denomina heterogeneidad de formato en el proceso de fusión de datos o, más simplemente, el uso de diferentes identificadores para un concepto idéntico.
- En segundo lugar, la disponibilidad de tecnologías fiables de recuperación de material. Esto está relacionado con el tercero, que es,
- La falta de inversión inicial y continua en tecnologías apropiadas y tecnólogos, ingenieros y especialistas en TI cualificados.

ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL.

Existen diferentes barreras en relación con factores económicos / ambientales.

- El primero se relaciona con factores de demanda débiles / inestables. Esto se debe, en parte, a los costes relativamente bajos para la eliminación de los residuos, junto con las dificultades experimentadas por las empresas para identificar qué valor aportaba en el uso de estos residuos para otras empresas. Otro obstáculo es que las empresas no disponen de recursos suficientes para poder averiguar qué oportunidades de vinculación sinérgica existen y qué se requiere para implementarlas.
- Otro obstáculo es la necesidad de dividir los beneficios económicos / ambientales y las consecuencias negativas para todas las partes intervinientes en un proceso de SI. La gran complejidad de dividir y calcular los beneficios (los impactos generales del sistema deben calcularse antes de distribuirlos a cada elemento), son esenciales para atraer a las partes a participar.
- Los problemas de financiación son de particular importancia, ya que pueden conducir a una pérdida de motivación.

LEGISLACIÓN / REGULACIÓN Y CONTRATOS.

La legislación para la reutilización de subproductos y las regulaciones de los servicios de agua y energía, pueden tener el potencial de crear barreras importantes para la SI.

Pueden surgir cuestiones contractuales, como puede ser el requisito de **firmar un contrato** en una etapa temprana, especificando un porcentaje determinado de cualquier ganancia económica para ir a un organismo de coordinación. Los problemas de confidencialidad se suman a los desincentivos y tienen la capacidad de descarrilar propuestas sinérgicas. Todos estos elementos contractuales tienen el potencial de crear incertidumbre y llevar a las partes interesadas a seguir encerradas en su modelo habitual de negocio.

POLÍTICA, REGULACIÓN E INVERSIÓN A NIVEL DE AUTORIDAD REGIONAL / LOCAL.

Existen un conjunto significativo de barreras a este nivel. Por ejemplo, donde las regulaciones y directivas de políticas limitan la capacidad de las empresas para alterar sus procesos comerciales, como ocurre en Helsingborg, Suecia, con el tema de la desregulación del mercado de calefacción urbana que obliga a las empresas a adoptar estrategias miopes.

Otro ejemplo de esto son las complicadas sinergias para la planta de cogeneración en Lidköping, debido a la prohibición del uso de cenizas volantes en Suecia. Se ha descubierto que parte de este problema radica en la falta de conocimiento a este nivel de nuevos sectores / materiales y procesos.

Otra barrera profundamente arraigada es la influencia de un modelo de mercado arraigado, donde no se reconocen los beneficios de SI.

La falta de una política de SI específica y la incertidumbre en relación con la dirección futura de la política nacional hacia el medio ambiente / desechos / Simbiosis Industrial, ha agravado muchos de los problemas identificados como barreras. Un ejemplo de un cambio de dirección evidente es la eliminación de la financiación gubernamental para el NISP, un intermediario clave en el Reino Unido que, como resultado, se convirtió en una organización comercial en gran parte independiente del Gobierno.

Se muestra, en la siguiente tabla, el resumen de las barreras comentadas.

BARRERAS	
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Inercia social. • Desconfianza entre socios y sectores industriales. • Conflictos de intereses entre socios. • Falta de conocimiento sobre sostenibilidad industrial.
ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios económicos menores, poco claros o inexistentes. • Inestabilidad en los factores de demanda. • Bajos costes asociados con la eliminación de desechos. • Falta de fondos (privados o públicos). • Inmadurez del mercado.
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Restricciones en la existencia de regulación y marcos para la gestión de residuos. • Procedimientos burocráticos muy complicados. • Incertidumbre en el planteamiento de políticas futuras.

BARRERAS	
TECNOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de integración de tecnología. • Falta de materiales de calidad. • Recursos limitados. • Imposibilidad de implementación.
INTERMEDIARIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de intermediarios. • Mala comunicación. • Falta de redes participativas.
GEOGRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> • Largas distancias. • Falta de instalaciones para distribución y logística.

Tabla 11: Resumen de Barreras a la SI.

7.1.2 CONCLUSIONES GLOBALES.

Se indican, a continuación, las principales conclusiones sobre Simbiosis Industrial que, en base al análisis de toda la información recopilada a lo largo de esta Guía, deberían tenerse en cuenta para su aplicación en Polígonos Industriales de Castilla y León:

- **No se ha detectado, a nivel de Castilla y León, ningún proyecto de Simbiosis Industrial que implique, por completo, a un Polígono Industrial.** Los casos de Buenas Prácticas en la región se refieren a colaboraciones entre empresas de una misma zona industrial o proyectos que tratan de dinamizar la puesta en marcha de SI en empresas de determinados sectores Industriales. Por ello, es interesante **tener en consideración lo indicado en este apartado, lo expuesto anteriormente en el apartado 7.1.1 y las recomendaciones propuestas en el 7.2.**
- La simbiosis industrial es una opción importante para establecer una **economía circular**, alineándose, con ello, con la estrategia a nivel regional, nacional y europeo.
- En términos generales, se detecta que los pasos necesarios para establecer plenamente una simbiosis industrial, **en un área industrial**, suelen ser los siguientes:
 - un **simple intercambio** de calor, materiales y servicios (por ejemplo, los desechos de una empresa son la materia prima de otra empresa);
 - el desarrollo de la **conciencia** de que un enfoque de economía circular mediante la simbiosis industrial es ventajoso con respecto a la optimización de recursos y la sostenibilidad;
 - el reconocimiento de que es necesario desarrollar y establecer un **modelo de negocio conjunto** que sea justo y equitativo.
- Solo serán sostenibles las verdaderas situaciones en las que todos ganan (**modelo win-win**), en las que los beneficios de la cooperación simbiótica de los socios son mayores que la suma de los casos independientes.
- Por lo tanto, crear las condiciones previas, incluidas las tecnologías, la voluntad de entablar conversaciones mutuas con socios potenciales, la conciencia de las oportunidades, la confianza mutua y el compromiso con el concepto de SI es **un proceso que llevará muchos años**. Esto debe ser tenido en cuenta por los organismos de financiación, los municipios, las asociaciones y los propios socios potenciales del polígono industrial.

- Crear la **conciencia y la voluntad de las empresas** para participar en debates mutuos sobre simbiosis industrial es una ruta para lograr una mejor sostenibilidad. Este factor es probablemente el más importante para una adopción más amplia del concepto de simbiosis industrial, a nivel de polígono industrial. Los actores industriales a menudo no están familiarizados con el concepto, incluidos los posibles beneficios alcanzables y cómo se pueden superar las barreras a la cooperación.
- Las **barreras** para implementar la simbiosis industrial suelen ser el **enfoque en la rentabilidad y la competitividad más que en la cooperación con otras empresas industriales, la falta de una cultura de confianza entre los actores industriales independientes, las inversiones necesarias, las normas antimonopolio, legales y de protección de la propiedad intelectual, y la falta de disponibilidad de datos sobre corrientes de residuos, incluida su clasificación, composición y cantidades. La estandarización de los datos** también es un factor importante.
- La simbiosis industrial generalmente se caracteriza por un modelo comercial impulsado por la oferta y, por lo tanto, necesita un **enfoque de marketing diferente**.
- Del análisis de casos mostrados, se detecta que **la facilitación a la hora de poner en marcha un proyecto de SI**, se considera uno de los elementos más importantes para fomentar el desarrollo de la simbiosis industrial. Se recomienda involucrar como facilitadores al propietario/operador/asociación del polígono industrial, el municipio o la cámara de comercio y / o la asociación de un grupo de empresas.
- El enfoque más obvio es dentro de un grupo existente de empresas en **la proximidad local, ya sea un parque industrial o un clúster organizado de manera más flexible**. La proximidad local no es una condición previa, pero casi siempre **hace más probable el establecimiento de simbiosis industrial**.
- El enfoque de simbiosis industrial puede aplicarse ampliamente a **muchos sectores industriales diferentes**.
- Se necesitan tecnologías específicas para las nuevas simbiosis industriales y su desarrollo debe contar con el apoyo de socios públicos y privados. Los beneficios de la simbiosis industrial caen principalmente en las áreas de **reducción de energía** utilizada y **en evitar el desperdicio**.

7.2 RECOMENDACIONES.

De cara a materializar las conclusiones mostradas en el apartado 7.1 en la puesta en marcha de proyectos de Simbiosis Industrial en Polígonos Industriales de Castilla y León, se exponen, a continuación, una serie de recomendaciones. Estas recomendaciones se plantean a los siguientes niveles:

- Acciones a aplicar para mitigar los riesgos en la puesta en marcha de proyectos de SI.
- Recomendaciones para las empresas en el desarrollo de acciones de SI.
- Ejemplos de SI potenciales que se pueden aplicar en los Polígonos Industriales de CyL (materiales, recursos, etc.).
- Propuesta de un modelo de evaluación del grado de madurez de los proyectos de SI en Polígonos Industriales.
- Recomendaciones globales y finales.

7.2.1 Implementación de acciones para mitigar riesgos.

En el apartado 7.1.1.3 se han mostrado un conjunto de barreras en la aplicación de acciones de Simbiosis Industrial en Polígonos Industriales de Castilla y León. Estas barreras generan una serie de riesgos a diferentes niveles:

- Políticos.
- Sociales.
- Capacidad humana/institucional.
- Económicos.

En las tablas siguientes se muestran los riesgos detectados y una serie de recomendaciones para afrontarlos.

RIESGOS POLÍTICOS	ACCIONES POLÍTICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alto nivel de procesos burocráticos. • Incertidumbre en las nuevas políticas. • Reducción de la presencia del gobierno como agente impulsor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar políticas y marcos legales para simbiosis industrial. • Promover la participación de gobiernos nacionales y autoridades regionales y locales. • Fomentar programas nacionales, instituciones de I + D y universidades para desarrollar investigación aplicada.
RIESGOS SOCIALES	ACCIONES SOCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la incorporación de nuevos conceptos. • Escepticismo empresarial. • La desconfianza de los sectores industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear y promover la conciencia de la sociedad. • Promover el compromiso a través de iniciativas de formación y difusión.
RIESGOS DE CAPACIDAD HUMANA / INSTITUCIONAL.	ACCIONES DE CAPACIDAD HUMANA / INSTITUCIONAL
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento sobre los posibles usos de los residuos disponibles. • Conocimientos insuficientes sobre la capacidad tecnológica. • Incapacidad de la empresa para afrontar nuevos retos tecnológicos. • Falta de motivación. • Incapacidad para gestionar una sinergia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión en la transición a la Industria 4.0. • Fortalecer la participación en agrupaciones y redes. • Reforzar los procesos de negociación mediante el desarrollo de acuerdos y protocolos formales.
RIESGOS ECONÓMICOS	ACCIONES ECONÓMICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de fondos para apoyar las inversiones iniciales. • Baja receptividad de la industria. • Dependencia de fondos públicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asignación de fondos regionales para iniciativas de simbiosis industrial. • Promover mecanismos que permitan la medición de beneficios.

7.2.2 Estrategias para la implementación de proyectos de SI a nivel de empresa.

Como fase previa al desarrollo de proyectos de SI a nivel de Polígonos Industriales, es preciso conocer cómo poner en marcha proyectos de este tipo a nivel de empresa. Por ello, en este apartado, se ofrecen una serie de recomendaciones en este sentido.

El punto de partida de cualquier iniciativa de simbiosis industrial en una empresa suele ser el **descubrimiento de valor no aprovechado** (por ejemplo, residuos), que puede abrir nuevas oportunidades.

Es posible que las empresas no sean plenamente conscientes de la gama completa de posibles resultados del aprovechamiento de sus residuos. La mayoría de los modelos comerciales existentes se basan en la creación de valor económico, con una atención limitada o nula al valor ambiental y social.

El entorno empresarial cambiante, una gama más amplia de partes interesadas que participan en el debate sobre la industria, las limitaciones de recursos y el énfasis en las responsabilidades sociales de las empresas ha planteado la necesidad de una creación de valor sostenible.

Rana et al.²¹ y Bocken et al.²² proponen un marco para la innovación del **modelo de negocio** para la sostenibilidad, **considerando** explícitamente **el valor destruido y el valor perdido** dentro del modelo de negocio, ya que a menudo representan oportunidades importantes para la innovación en sostenibilidad.

Su investigación proporciona un marco cualitativo para facilitar la exploración sistemática de las diferentes formas de valor para cada parte interesada.

Esto se muestra en la siguiente figura, siendo:

- **Valor capturado:** propuesta de valor actual.
- **Valor destruido:** resultados de valor negativo del modelo actual.
- **Valor perdido:** valor actualmente desperdiciado, perdido o capturado de manera inadecuada por el modelo actual
- **Oportunidades de valor:** nuevas oportunidades para la creación y captura de valor adicional a través de nuevas actividades y relaciones.

²¹ Rana, P., S.W. Short, N. Bocken, and S. Evans. 2013. Towards a sustainable business form: A business modelling process and tools. In SCORAI Conference, 12–14 June, Clark University, Worcester, USA.

²² Bocken, N., S.W. Short, and S. Evans. 2014. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production* 65: 42–56.

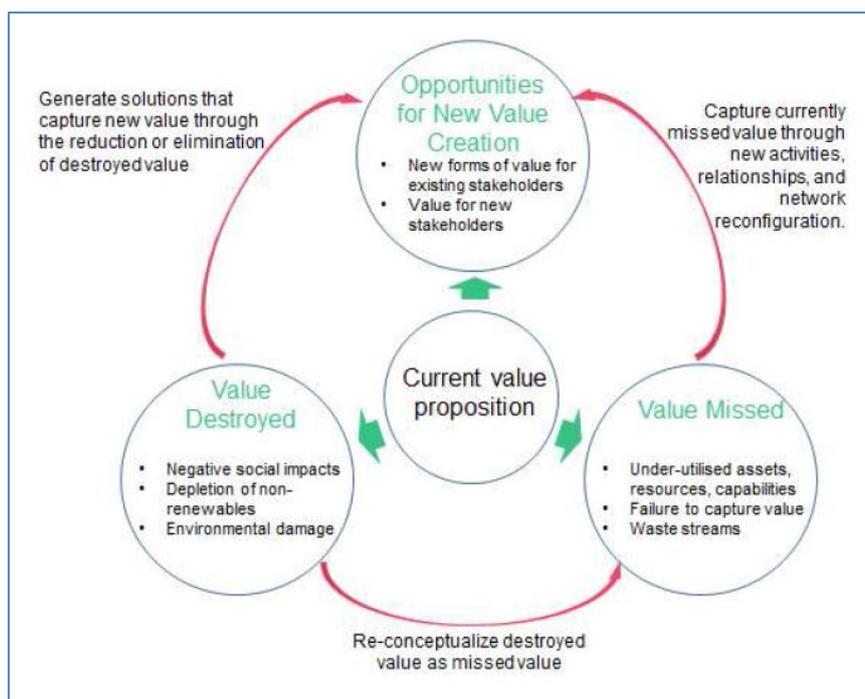


Figura 67: Propuesta de valor de negocio. Fuente: "Overview of strategies for industrial symbiosis projects implementation"

El primer paso hacia la implementación de un proyecto de simbiosis industrial es **crear un equipo responsable** de observar los procesos, los subproductos y los desechos, y tratar de averiguar lo que se puede hacer de manera diferente.

El objetivo es descubrir valor en las corrientes de residuos (material o energía) y subproductos.

Es imprescindible un **fuerte liderazgo** y compromiso por parte de la alta dirección para cambiar la mentalidad organizacional / corporativa e ir más allá del paradigma insostenible actual y de hacer negocios como siempre. Todas las personas de la organización deben comprender y sentir que las cosas deben hacerse de manera diferente y que cuentan con un fuerte apoyo de sus líderes.

A nivel de empresa, y de los casos de éxito disponibles a nivel europeo, nacional y regional, se recomienda comenzar con **iniciativas y experimentos a pequeña escala, con otras empresas del entorno/Polígono Industrial**, para luego **desarrollar gradualmente las capacidades** y, lo más importante, la **confianza**. Esto permitirá que las personas se involucren más en el espíritu de la simbiosis industrial y ganen experiencia, lo que les permitirá luego ser más ambiciosos y desarrollar proyectos de simbiosis industriales que tendrán un mayor impacto en su negocio y en el medio ambiente.

Para llevar a cabo proyectos de Simbiosis Industrial es necesario colaborar con otras partes y agentes y esto requiere, también, generar confianza hacia el exterior.

El paso siguiente a afrontar por una empresa para crecer en el ámbito de la Simbiosis Industrial es el de establecer o participar en una red coordinada **con otras empresas del entorno/polígono Industrial**.

Para ello, es necesario crear **círculos de confianza** con otras partes interesadas, es decir, otras empresas con las que desea / necesita iniciar proyectos de simbiosis industrial. Para que estos proyectos funcionen es fundamental tener garantías de que los flujos de material o energía, así como su calidad, estarán **disponibles durante un largo período de tiempo**.

Es necesario fomentar un **fuerte liderazgo del sector privado** y crear vínculos entre la industria y los centros de investigación / intermediarios del conocimiento, esenciales para una simbiosis industrial eficaz.

La **sensibilización sobre los beneficios** potenciales de la simbiosis industrial también es un factor de apoyo importante.

Los proyectos se pueden implementar mediante la construcción de **una red coordinada** que diseñe e implemente colectivamente modelos de negocios apropiados. La mayoría de las veces, esto requerirá una **visión a largo plazo** para obtener beneficios económicos, sociales y ambientales, en ocasiones, incluso modestos. Las **autoridades locales** deben ser llamadas a la acción para apoyar estos proyectos. Necesitan crear **condiciones** para la simbiosis industrial en **Polígonos Industriales** y facilitar las capacidades de los sectores público y privado para formar redes de simbiosis industrial en un entorno cada vez más urbano.

Finalmente, también existe la necesidad de que las personas y / o entidades asuman un papel de liderazgo en la coordinación y desarrollo de plataformas de simbiosis industrial.

7.2.3 Ejemplos de sinergias potenciales para incrementar el intercambio de recursos en Polígonos Industriales de Castilla y León.

A lo largo de esta Guía, al analizar la situación de la SI en Europa, España y en Castilla y León se han mostrado numerosos ejemplos de casos de Buenas Prácticas, donde intervienen diferentes tipos de materiales y recursos.

A modo de recomendación se muestran, en el **anexo 7**, una fichas-resumen con diferentes recursos que han sido empleados en estas Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial. Estas fichas han sido extraídas del documento “Synergies Outlook: List of 100 potential synergies to increase industrial resource sharing”, dentro de Proyecto SCALER, donde se analiza el potencial que el empleo de estos materiales y recursos, aplicados en Simbiosis Industrial, tienen desde el punto de vista ambiental, social y económico.

En cada una de las fichas se indica:

- Elemento de interés.
- Sector emisor y proceso implicado.
- Sector receptor y proceso implicado.
- Objetivo de la Simbiosis Industrial.
- Factibilidad Técnica.
- Beneficios.
- Procedimientos de valorización.
- Tecnología implicada.
- Impacto potencial (a nivel de la UE): Se han llevado a cabo evaluaciones ambientales, sociales y económicas en busca de sinergias cuando fue posible. Estos resultados presentan el impacto potencial de una sinergia determinada si se implementara a nivel europeo. Los resultados se muestran cuando son positivos y cuando ha sido posible medir el potencial. Los números mostrados representan una estimación.

4 ELEMENTO DE INTERÉS: ZINC	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Hornos de arco eléctrico en fabricación de acero y fundición 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Industrias de metales no ferrosos • Producción de zinc
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar las emisiones de zinc del sector siderúrgico de los hornos de arco eléctrico para proporcionar a las industrias de metales no ferrosos la producción de zinc. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala Industrial. • Requisitos técnicos altos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy bajos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altos.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • WAEELZ KILN SDHL con proceso de lavado de dos etapas. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • -40 toneladas de CO2 equivalente. • 4.550 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • N/A 	

Figura 68: Ejemplo de Ficha de Simbiosis Industrial. Elaboración propia en base a Synergies Outlook: List of 100 potential synergies to increase industrial resource sharing”,

La terminología empleada en las fichas, en el apartado “Factibilidad Técnica”, y relativa a Sinergia Industrial, es la siguiente:

- **Escala industrial:** existen referencias sobre el amplio uso de la tecnología / procedimiento a nivel industrial.
- **Piloto industrial:** existen referencias sobre el uso de tecnología / procedimientos a nivel industrial, aunque todavía en una etapa experimental.
- **Escala de laboratorio:** existen referencias sobre el uso de tecnología / procedimientos a escala de laboratorio.
- **En desarrollo:** No hay referencias sobre el uso de la tecnología. Ya se han desarrollado conceptos teóricos.
- **Bajos requisitos técnicos:** La sinergia es factible e implica un procedimiento de baja complejidad técnica, que comprende el tratamiento mecánico y físico o solo el transporte (normalmente asociado a sinergias directas).
- **Altos requisitos técnicos:** La sinergia es factible, pero con un procedimiento de mayor complejidad técnica y / o número de procesos intermedios requeridos (normalmente asociados a sinergias indirectas).
- **Potencial limitado:** La sinergia es factible, pero el procedimiento asociado a la sinergia presenta antecedentes relevantes y limitaciones relacionadas con los datos técnicos (composición de residuos, estándares de calidad del receptor, logística e infraestructura), lo que limita su análisis final preciso. Se recomienda una evaluación adicional.
- **Datos de soporte no disponibles:** No existen antecedentes o tecnologías que se hayan encontrado y / o faltan datos de soporte para sustentar una decisión técnica final positiva. Necesita una mayor evaluación con respecto a la viabilidad técnica para la implementación.
- **Tecnología subdesarrollada:** No existen tecnologías confiables disponibles para la valorización de la corriente de residuos específica.

El cálculo del impacto ambiental que se muestra en cada ficha se basa en la evaluación del ciclo de vida (LCA), un método definido por las normas 14040-14044 de la Organización Internacional de Normalización (ISO) (ISO 2006a; ISO 2006b). El LCA es un enfoque reconocido internacionalmente que evalúa los impactos potenciales relativos en la salud humana y ambiental de los productos y

servicios a lo largo de su ciclo de vida, comenzando con la extracción de materias primas e incluyendo todos los aspectos del transporte, fabricación, uso y tratamiento al final de la vida. Es importante tener en cuenta que el LCA no cuantifica los impactos reales (es decir, no se han realizado mediciones directas en el sitio) de un producto o servicio debido a la disponibilidad de datos y los desafíos de modelado.

Por otro lado, el impacto económico que se indica en cada ficha se basa en la evaluación económica considerando valores económicos puros creados o destruidos por un proyecto de sinergia. Para ello se evalúan varias tipologías de valores económicos: nuevos ingresos, costes evitados, costes creados e ingresos evitados.

Como complemento a este anexo 7 y al objeto de mostrar más ejemplos que pueden aplicarse en SI, se incluye en el **anexo 8**, un **listado de materiales y residuos y la estimación del potencial de mercado por sector, en la UE**.

Este listado se basa en la revisión y el análisis de los datos de flujos de desechos primarios y secundarios existentes. El marco para el análisis se basa en las categorías de residuos prioritarias del Paquete de Economía Circular definido por la UE (a saber: plásticos, residuos de alimentos, materias primas críticas, residuos de construcción y demolición, biomasa y productos biológicos) y los tipos de residuos clave dentro de esas categorías.

7.2.4 Modelo de evaluación de proyectos de Simbiosis Industrial en Polígonos Industriales.

En base al análisis de los diferentes proyectos que se han puesto en marcha en Europa ²³ sobre Simbiosis Industrial, se propone un modelo para evaluar el grado de avance del mismo, como a continuación se expone.

Para evaluar adecuadamente el estado de un proyecto de Simbiosis Industrial en un Polígono Industrial, debe considerarse, por separado, el estado de las siguientes cuatro dimensiones:

- (1) tecnología,
- (2) negocios,
- (3) ecológica y
- (4) nivel gerencial de madurez.

Si esto no se hace, la evaluación adecuada de hasta dónde puede llegar una simbiosis antes de alcanzar la implementación completa no es posible de manera fiable.

Por lo tanto, se propone la siguiente matriz para evaluar el estado de un proyecto de simbiosis industrial de manera integral. Por lo general, es necesario avanzar en las cuatro dimensiones para alcanzar un cierto **nivel de preparación para la simbiosis (NPS)**. Sin embargo, no todas las dimensiones tienen necesariamente la misma importancia y enfoque en un proyecto o iniciativa en particular. Esta matriz puede servir como una lista de verificación para evaluar el progreso de manera realista en la puesta en marcha de este tipo de proyectos en Polígonos Industriales.

²³ "Study and portfolio review of the projects on industrial symbiosis in DG Research and Innovation: Findings and recommendations". Comisión Europea.

Nivel de preparación para la Simbiosis (NPS)	Tecnología	Negocios	Ecología	Nivel gerencial de madurez
1	Ideas iniciales			
2	Investigación Académica	Desarrollo de concepto	Cálculo aproximado	Identificados los socios potenciales
3	Prueba de investigación de concepto	Comprobación el ajuste con las estrategias de los socios.	Recopilación exhaustiva de datos	Primer contacto con socios
4	Prueba de validación de concepto	Verificar recursos y criterios	Evaluación de sostenibilidad en curso	Los socios indican interés
5	Caso de demostración no finalizado: Líneas de actuación	Evaluar competitividad	Evaluación de sostenibilidad finalizada	Los socios inician una evaluación conjunta del potencial de la simbiosis industrial
6	Prototipo de demostración finalizado	Caso de negocio con todos los detalles	Permisos solicitados	Se desarrolla el concepto de gestión conjunta
7	Demostración	Socios comprometidos	Comienza el seguimiento y la presentación de informes	La alta dirección está involucrada y apoya el caso de simbiosis industrial
8	Operación extendida	Finalizado el marco legal	Beneficios monitorizados e informes de manera rutinaria	Comienza la operación y la gestión de forma real y práctica.
9	Comercialización	Caso de negocio controlado, informado y compartido continuamente	Beneficios de sostenibilidad probados	Asociación resiliente

Tabla 12: Modelo de Evaluación del Nivel de Preparación para La Simbiosis. Fuente: “Study and portfolio review of the projects on industrial symbiosis in DG Research and Innovation: Findings and recommendations”. Comisión Europea.

7.2.5 Recomendaciones globales.

Al igual que en el apartado 7.1.2 (“Conclusiones globales”) se ofrece un conjunto de recomendaciones que pueden tenerse en cuenta para su aplicación en el **desarrollo de proyectos de Simbiosis Industrial en Polígonos Industriales de Castilla y León**.

- **A nivel Regional:**
 - Es importante fortalecer el **apoyo a la financiación de proyectos de simbiosis industrial por parte de las autoridades regionales**, en función de los beneficios para la sostenibilidad, la competitividad, el desarrollo regional y la educación. Dado que la simbiosis industrial claramente crea valor para la industria y el público, tanto el sector público como el privado necesitan más inversiones en I+D.

- Por esta razón, junto con la financiación, se deben **desarrollar instrumentos y esquemas** con el objetivo de **atraer inversión privada a proyectos de simbiosis industrial**. A nivel regional debería evaluarse la posibilidad de encontrar formas adecuadas de vincular proyectos de I+D prometedores (con niveles de madurez adecuados) con los inversores y la financiación para acelerar su puesta en marcha.
 - También se recomienda establecer una “**comunidad de práctica**”, para la simbiosis industrial, que podría ser una entidad con el **mandato** de proporcionar directrices para la simbiosis industrial (por ejemplo, identificar las mejores prácticas, mantener un inventario actualizado de las simbiosis industriales y de oportunidades de intercambio - cooperación sectorial), promover sus beneficios y ayudar a educar y establecer simbiosis industrial. En el **anexo 9** se ofrece una relación de los **agentes de Castilla y León** (Organismos Públicos, Universidades, Centros Tecnológicos, Agrupaciones Empresariales Innovadoras) que pueden participar en esta “comunidad práctica”, así como actuar de facilitadores de los proyectos de Simbiosis Industrial.
- **A nivel de Polígonos Industriales:**
 - Es importante el involucrar como facilitadores **al propietario / operador del parque industrial, al municipio o la cámara de comercio y / o la asociación de empresas**.
 - Los socios potenciales en iniciativas de simbiosis industrial y facilitadores deben **evaluar de manera proactiva todas las opciones de financiación** para superar los obstáculos de inversión en infraestructura y fomentar las inversiones privadas.
 - Es recomendable el **desarrollar acciones para proporcionar una mejor comprensión de la simbiosis industrial**, incluido cómo se puede iniciar, qué barreras deben superarse, cómo identificar oportunidades potenciales y cómo la facilitación es uno de los elementos más importantes necesarios para asegurar y acelerar la implementación.
 - Establecer **plataformas de intercambio de datos e información fiables, seguras y protegidas** es fundamental, ya que se puede impulsar de manera importante la Simbiosis Industrial en los Polígonos Industriales si las oportunidades se pueden identificar a través de una fuente de datos fiable y abierta disponible para aquellos interesados en implementar la SI.
 - En línea con la Industria 4.0, se deben considerar **herramientas digitales modernas** (como gemelos digitales para modelado y control de procesos o blockchain e inteligencia artificial) para la gestión de datos confidenciales.
 - Se propone el utilizar el concepto de **nivel de preparación para la simbiosis (NPS)**, mostrado en el apartado anterior, para identificar e impulsar el progreso de proyectos e iniciativas de simbiosis industrial en Polígonos Industriales de Castilla y León.

8 BIBLIOGRAFÍA.

- “La Gestión Sostenible en los Polígonos Industriales. Una aplicación de la Ecología Industrial”. Fundación Entorno. 2001.
- “Industrial Symbiosis in Action. Report on the Third International Industrial Symbiosis Research Symposium. Birmingham, England, August 5–6, 2006”. Yale school of forestry & environmental studies. 2007.
- “Industrias simbióticas: realidad del sistema en el campo con énfasis en la reutilización e intercambio de agua”. Macchiavelli Ascurinaga, Antonio Daniel. Agroparistech. Febrero 2008.
- “Structure and morphology of industrial symbiosis networks: The case of Kalundborg”. De Teresa Domenech, Michael Davies. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 10 (2011) 79–89. 2011.
- “SPIRE Roadmap”. Proyecto SPIRE. 2012.
- “Plan integral de residuos de Castilla y León”. Junta de Castilla y León. Marzo 2014.
- “The potential of industrial symbiosis as a key driver of green growth in Nordic regions”. Ingrid H G Johnsen (Ed.), Anna Berlina, Gunnar Lindberg, Nelli Mikkola, Lise Smed Olsen and Jukka Teräs. NORDEGRIO. 2015.
- “Foresight report on industrial and cluster opportunities”. European Cluster Observatory de la Comisión Europea. Agosto 2015.
- “Comparing industrial symbiosis in Europe: Towards a conceptual framework and research methodology”. Frank Boons, Wouter Spekkink, Ralf Isenmann, Leo Baas, Mats Eklund, Sabrina Brullot y otros. ResearchGate. Noviembre 2015.
- “Identification of best practices and lessons learnt in Industrial Symbiosis. Executive summary”. Proyecto FISSAC. Febrero 2016.
- “A European Vision for Industrial Symbiosis: Recommendations for a successful European IS strategy”. Dr. Maarten J. Arentsen / Dr. Pieter-Jan Klok. European Public Administration Department of Behavioural, Management and Social Sciences University of Twente. Netherlands. Junio 2016.
- “SYMBI. Comparative analysis study of regional and national policies on industrial symbiosis and circular economy (1st version). Project Activity: A1.1”. Agosto 2017.
- “Report on challenges and key success factors and gap analysis fo industrial symbiosis”. Proyecto MAESTRI. Septiembre 2017.
- “Sinergias circulares. Desafíos para Portugal”. BCSD Portugal – Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. Marzo 2018.
- “Cooperation fostering industrial symbiosis: market potential, good practice and policy actions”. Comisión Europea. 2018.
- “Lessons learnt & best practices for enhancing industrial symbiosis in the process industry. Proyecto SCALER. Septiembre 2018.

- “Mapping Industrial Symbiosis Development In Europe: typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy”. Teresa Domenech, Raimund Bleischwitz, Doranova, A., Panayotopoulos, D., Roman, L. 2018.
- “Estudio del Ecosistema de economía circular y del metabolismo económico de Castilla y León”. Junta de Castilla y León. 2018.
- “La economía circular y sus oportunidades para el sector automoción”, elaborado por CC.OO., para la Fundación Anclaje y Formación de Castilla y León. Diciembre 2018.
- “The Potential of Industrial Symbiosis: Case Analysis and Main Drivers and Barriers to Its Implementation” de Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, Carina Pimentel y João C.O. Matias. Sustainability. Noviembre 2019.
- “Sharebox – on line training. Industrial symbiosis and its benefits”. Proyecto Sharebox. 2019.
- “Guía para las autoridades públicas sobre la construcción sostenible. Una perspectiva de economía circular”. ACR+. Diciembre 2019.
- “A Comprehensive Review of Industrial Symbiosis”. Angela Neves, Radu Godinac, Susana G. Azevedo, João C.O. Matias. Artículo en Journal of Cleaner Production. Febrero 2020
- “Synergies Outlook: List of 100 potential synergies to increase industrial resource sharing”. Proyecto SCALER. Febrero 2020.
- “Quick Guides – Helping industries increase efficiency through resource sharing”. Proyecto SCALER. Febrero 2020.
- “Study and portfolio review of the projects on industrial symbiosis in DG Research and Innovation: Findings and recommendations”. Comisión Europea. Marzo 2020
- “Guidelines for Industrial Symbiosis”. Partes A a F. Proyecto SCALER. Junio 2020.
- Informes proyecto SCALER. Diciembre 2018 a junio 2020.
www.scalerproject.eu/resources/reports
- “Industrial Symbiosis Facilitator Joint Curriculum”. Proyecto INSIGHT. Septiembre 2020.
- “Situación económica y social de Castilla y León 2019”. Consejo Económico y Social de Castilla y León. Año 2020.

9 ANEXOS.

- Anexo 1: Polígonos Industriales de Castilla y León.
- Anexo 2: Políticas de la UE relacionadas con la Simbiosis Industrial.
- Anexo 3: Normativa de la UE ligada a la Simbiosis Industrial.
- Anexo 4. Mapa de los resultados de las redes de SI en Europa.
- Anexo 5: Proyectos de SI en CyL.
- Anexo 6: Casos de Buenas Prácticas de SI en empresas de CyL.
- Anexo 7: Sinergias potenciales para incrementar el intercambio de recursos en Polígonos Industriales de CyL.
- Anexo 8: Tabla-resumen de la estimación del potencial de mercado por sector, en la UE.
- Anexo 9: Agentes de Castilla y León y sus capacidades.

9.1 Anexo 1: Polígonos Industriales de Castilla y León.

Provincia: ÁVILA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. El Brajero, fase I-II	NAVAS DEL MARQUES (LAS)	209.001 m ²
P.I. San Pedro del Arroyo	SAN PEDRO DEL ARROYO	67.283 m ²
P.I. Las Vegas	SANCHIDRIAN	112.551 m ²
P.I. Solosancho	SOLOSANCHO	200.000 m ²
P.I. Las Ventillas	SOTILLO DE LA ADRADA	55.859 m ²
P.I. del Tiemblo	TIEMBLO (EL)	268.320 m ²

Provincia: BURGOS		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Allende de Duero	ARANDA DE DUERO	1.856.469 m ²
P.I. El Retorto	BELORADO	204.219 m ²
P.I. La Vega	BRIVIESCA	790.000 m ²
PI de Buniel	BUNIEL	10.335.440 m ²
P.I. Gamonal	BURGOS	3.000.000 m ²
P.I. Villalonquéjar I, II, III, IV	BURGOS	8.031.085 m ²
P.T. Burgos	BURGOS	1.237.972 m ²
P.I. El Vallejo	CANICOSA DE LA SIERRA	35.999 m ²
CAE - Complejo de Actividades Económicas	CARDEÑAJIMENO	270.000 m ²
P.I. Sancho Peláez de Espinosa	ESPINOSA DE LOS MONTEROS	126.290 m ²
P.I. Las Aneguillas	HUERTA DEL REY	21.888 m ²
P.I. La Zarza	LASTRAS DE TEZA (CAPITAL)	52.589 m ²
P.I. Vega de Santa Cecilia	LERMA	353.567 m ²
P.I. Madrigal del Monte	MADRIGAL DEL MONTE	210.000 m ²
P.I. Madrigalejo del Monte	MADRIGALEJO DEL MONTE	243.403 m ²
P.I. Las Navas	MEDINA DE POMAR	356.000 m ²
P.I. Melgar de Fernamental	MELGAR DE FERNAMENTAL	557.000 m ²
P.I. Alto de Milagros	MILAGROS	301.047 m ²
P.I. Bayas	MIRANDA DE EBRO	2.397.249 m ²
P.I. El Bullón	MIRANDA DE EBRO	1.270.000 m ²
P.I. Ircio Actividades	MIRANDA DE EBRO	2.496.831 m ²
P.I. Las Californias	MIRANDA DE EBRO	506.527 m ²
P.I. de la Parte de Bureba	OÑA	58.674 m ²
P.I. Los Eros - Alto de la Palomera	PALACIOS DE LA SIERRA	230.478 m ²
P.I. Bilbaoport	PANCORBO	480.015 m ²
P.I. Cantarranas	PANCORBO	183.714 m ²
P.I. Los Hoyos	PANCORBO	45.000 m ²

Provincia: BURGOS		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Los Llanos	PRADOLUENGO	57.120 m ²
Parque Empresarial Valle de Tobalina	QUINTANA MARTIN GALINDEZ (CAPITAL)	197.677 m ²
P.I. El Majano	QUINTANAR DE LA SIERRA	59.850 m ²
P.I. Roa de Duero	ROA	118.974 m ²
P.I. San Isidro II	SALAS DE LOS INFANTES	626.873 m ²
P.I. La Magdalena	SANTECILLA	43.780 m ²
P.I. Sopeñano	SOPEÑANO	80.519 m ²
P.I. Hormigones Marcos	SOTOPALACIOS (CAPITAL)	27.500 m ²
P.I. Torrecilla del Monte	TORRECILLA DEL MONTE	1.000.000 m ²
P.I. La Niesta	TRESPADERNE	226.909 m ²
P.I. Montenuuevo de Valdorros	VALDORROS	352.513 m ²
P.I. Villadiego	VILLADIEGO	131.479 m ²
P.I. Monte de la Abadesa	VILLAGONZALO-PEDERNALES	690.406 m ²
P.I. Los Brezos	VILLALBILLA DE BURGOS	218.259 m ²
P.I. Villalmanzo	VILLALMANZO	143.798 m ²
P.I. Merindades, fase I-IV	VILLARCAYO (CAPITAL)	649.088 m ²
P.I. El Clavillo	VILLARIEZO	164.990 m ²
P.I. Merindad de Montija	VILLASANTE (CAPITAL)	50.000 m ²
P.I. de Villayuda-Gamonal	VILLAYUDA O LA VENTILLA	500.000 m ²
P.I. El Corralito	VILVIESTRE DEL PINAR	118.020 m ²
P.I. Las Vegas	VILVIESTRE DEL PINAR	35.796 m ²

Provincia: LEÓN		
Nombre	Localidad	Extensión
Parque Tecnológico de León	ARMUNIA	320.656 m ²
P.I. de Astorga	ASTORGA	355.160 m ²
Polígono Industrial La Bañeza	BAÑEZA (LA)	351.583 m ²
P.I. de Brañuelas	BRAÑUELAS (CAPITAL)	35.665 m ²
P.I. de Cabañas Raras	CABAÑAS RARAS	497.600 m ²
Parque de la Pequeña Industria	CACABELOS	66.649 m ²
P.I. Camponaraya, fase I-IV	CAMPONARAYA	499.9336 m ²
P.I. La Mata	CARRACEDELO	91.474 m ²
P.I. La Pradela	CARRACEDELO	55.025 m ²
Zona Urbana Industrial de Carracedelo entre carretera del canal y Nacional VI	CARRACEDELO	115.000 m ²
P.I. Los Avezales en Otero de las Dueñas	CARROCERA	143.778 m ²
P.I. de Vidanes	CISTIerna	142.321 m ²
P.I. El Bayo, fases I-III	CUBILLOS DEL SIL	2.252.414 m ²
P.I. El Campón	FABERO	358.866 m ²
P.I. Las Lagunas	FRESNO DE LA VEGA	35.000 m ²

Provincia: LEÓN		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Valle del Grande	MAGAZ DE ABAJO	550.000 m ²
P.I. Villahierro	MANSILLA DE LAS MULAS	996.934 m ²
P.I. de Navatejera	NAVATEJERA	901.540 m ²
Parque Industrial de Sabero "El Tercero"	OLLEROS DE SABERO	100.000 m ²
P.I. de León-Onzonilla-Santovenia, fase I-II	ONZONILLA	1.859.631 m ²
P.I. de Valdespín	POLA DE GORDON (LA)	111.166 m ²
Area Industrial La Llanada	PONFERRADA	619.047 m ²
P.I. Cantalobos I, II	PONFERRADA	30.000 m ²
P.I. del Bierzo	PONFERRADA	130.126 m ²
P.I. La Barca	PONFERRADA	12.000 m ²
Zona Industrial de Montearenas	PONFERRADA	40.000 m ²
Minipolígono Industrial de Riaño	RIAÑO	13.467 m ²
P.I. Vía de la Plata	RIEGO DE LA VEGA	470.000 m ²
P.I. La Robla	ROBLA (LA)	493.215 m ²
P.I. Herrera I	SAELICES DE SABERO	55.000 m ²
P.I. de Sahagún	SAHAGUN	92.185 m ²
P.I. Casallena	SAN ANDRES DEL RABANEDO	15.205 m ²
P.I. Trobajo del Camino	SAN ANDRES DEL RABANEDO	600.000 m ²
Parque Industrial del Bierzo Alto	SAN ROMAN DE BEMBIBRE	1.700.000 m ²
P.I. Comandante Cortizo	SANTA MARINA DEL REY	1.000.000 m ²
P.I. Jano de Villacedré	SANTOVENIA DE LA VALDONCINA	165.000 m ²
P.I. La Herrera II	SOTILLOS DE SABERO	55.000 m ²
P.I. La Canal	TORRE DEL BIERZO	150.000 m ²
P.I. Valderreguera	TORRE DEL BIERZO	417.400 m ²
SUD Valdefuente - Arcahueja II	VALDEFRESNO	73.084 m ²
P.I. de Valderrey	VALDERREY	105.000 m ²
P.I. El Tesoro	VALENCIA DE DON JUAN	216.756 m ²
P.I. Vilecha-Oeste	VILECHA	65.000 m ²
Parque Industrial Laciana (P.I. Villager)	VILLABLINO	180.877 m ²
P.I. Villadangos	VILLADANGOS DEL PARAMO	2.000.000 m ²
P.I. del Bierzo (Torral de los Vados)	VILLADECANES	150.000 m ²
P.I. La Rozada	VILLADECANES	257.550 m ²
Plataforma Logística Intermodal del Bierzo	VILLADECANES	450.000 m ²
P.I. de Vilela	VILLA FRANCA DEL BIERZO	330.000 m ²
P.I. La Martinilla	VILLAQUEJIDA	360.000 m ²
Polígono Agro-Industrial de Orbigo	VILLAREJO DE ORBIGO	114.461 m ²

Provincia: PALENCIA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Aguilar de Campoo I-II	AGUILAR DE CAMPOO	467.503 m ²
Parque Industrial de Nogales de Pisuerga-Alar del Rey	ALAR DEL REY	52.194 m ²
P.I. de Baltanás	BALTANAS	99.951 m ²
P.I. Rubagón	BARRUELO DE SANTULLAN	47.244 m ²
P.I. Ganadero Los Arenales	BECERRIL DE CAMPOS	56.440 m ²
P.I. Carrión de los Condes	CARRION DE LOS CONDES	77.792 m ²
P.I. Cervera de Pisuerga	CERVERA DE PISUERGA	37.920 m ²
P.I. Gestamp-Ibervalles	DUEÑAS	63.505 m ²
P.I. Los Llanos de San Isidro I-II	DUEÑAS	1.475.205 m ²
P.I. Municipal de Dueñas	DUEÑAS	165.626 m ²
P.I. Frómista	FROMISTA	59.620 m ²
P.I. Campondón	GUARDO	268.425 m ²
P.I. Erkimia	GUARDO	41.664 m ²
P.I. Herrera de Pisuerga I-II	HERRERA DE PISUERGA	78.354 m ²
P.I. Magaz de Pisuerga I-II	MAGAZ	979.866 m ²
P.I. Osorno, fase I-II	OSORNO (CAPITAL)	145.730 m ²
P.I. de San Antolín	PALENCIA	364.293 m ²
P.I. de Villalobón	PALENCIA	498.036 m ²
P.I. Nuestra Señora de los Angeles	PALENCIA	448.810 m ²
Poligonillo	PALENCIA	91.924 m ²
P.I. de Saldaña, fase I,II y III	SALDAÑA	132.630 m ²
P.I. de Torquemada	TORQUEMADA	136.168 m ²
P.I. de Venta de Baños	VENTA DE BAÑOS	1.397.075 m ²
P.I. San Blas	VILLALOBON	31.850 m ²
P.I. de Villamuriel de Cerrato, fases I y II	VILLAMURIEL DE CERRATO	251.471 m ²
Parque de Proveedores de Renault (Palencia)	VILLAMURIEL DE CERRATO	229.941 m ²

Provincia: SALAMANCA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Las Sanjuananas de Alba	ALBA DE TORMES	40.000 m ²
P.I. Los Machiales	ALBERCA (LA)	250.000 m ²
P.I. Las Anchas	ARAPILES	240.000 m ²
P. I. Babilafuente	BABILAFUENTE	659.850 m ²
P.I. Béjar Industrial	BEJAR	207.088 m ²
P.I. de Cabrerizos	CABRERIZOS	710.000 m ²
P.I. El Montalvo III	CARBAJOSA DE LA SAGRADA	348.387 m ²
P.I. Castellanos de Moriscos	CASTELLANOS DE MORISCOS	139.353 m ²
P.I. Las Viñas	CIUDAD-RODRIGO	1.001.867 m ²
P.I. Los Chabarcones	CIUDAD-RODRIGO	78.965 m ²

Provincia: SALAMANCA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Doñinos	DOÑINOS DE SALAMANCA	300.000 m ²
P.I. I-2	GUIJUELO	110.271 m ²
P.I. I-3 Agrolimentario de Guijuelo	GUIJUELO	239.225 m ²
P.I. Las Eras	MARTIN DE YELTES	47.651 m ²
P.I. Sur - 61	MONTERRUBIO DE ARMUÑA	242.070 m ²
P.I. de Peñaranda de Bracamonte	PEÑARANDA DE BRACAMONTE	300.000 m ²
P.I. El Inestal	PEÑARANDA DE BRACAMONTE	221.352 m ²
Sector U-1 Paraje las Lagunejas	PERALEJOS DE ABAJO	24.000 m ²
P.I. El Montalvo I-II	SALAMANCA	987.960 m ²
Parque Empresarial de Salamanca	SALAMANCA	570.000 m ²
Puerto Seco de Salamanca	SALAMANCA	279.929 m ²
P.I. Sancti-Spiritus	SANCTI-SPIRITUS	409.215 m ²
P.I. La Serna	SANTA MARTA DE TORMES	10.000 m ²
P.I. Las Navas	TAMAMES	11.837 m ²
P.I. Los Villares	VILLARES DE LA REINA	1.560.000 m ²

Provincia: SEGOVIA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Abades	ABADES	657.507 m ²
P.I. Los Arcones	ARCONES	45.000 m ²
P.I. de Boceguillas	BOCEGUILLAS	55.090 m ²
P.I. Las Coronas	CAMPO DE SAN PEDRO	120.000 m ²
P.I. Cantalejo	CANTALEJO	17.521 m ²
P.I. Cantimpalos	CANTIMPALOS	75.146 m ²
P.I. Carbonero el Mayor II	CARBONERO EL MAYOR	52.618 m ²
P.I. Carracafría	CARBONERO EL MAYOR	58.565 m ²
P.I. Las Salinas	COCA	35.000 m ²
P.I. Camino de Vallelado	CUELLAR	48.051 m ²
P.I. Carretera de Cantalejo	CUELLAR	80.566 m ²
P.I. El Contodo	CUELLAR	115.157 m ²
P.I. El Silo	CUELLAR	39.893 m ²
P.I. La Serna	CUELLAR	231.539 m ²
P.I. Malriega	CUELLAR	45.291 m ²
Z.I. Ctra. de Valladolid	CUELLAR	87.174 m ²
P.I. Los LLanos de San Pedro	ESPINAR (EL)	86.112 m ²
P.I. Navaciruela	NAVA DE LA ASUNCION	28.293 m ²
Parque Empresarial Segovia 21	PALAZUELOS DE ERESMA	81.700 m ²
P.I. de Riaza	RIAZA	58.100 m ²
P.I. Las Eras, fases I y II	SAN ILDEFONSO O LA GRANJA	20.688 m ²
P.I. El Cerro	SEGOVIA	285.264 m ²

Provincia: SEGOVIA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Hontoria	SEGOVIA	699.114 m ²
P.I. Los Arenales	VALLELADO	92.455 m ²
Area Industrial Europa	VALVERDE DEL MAJANO	1.800.000 m ²
P.I. Nicomedes García	VALVERDE DEL MAJANO	940.720 m ²
P.I. Villacastín	VILLACASTIN	594.730 m ²

Provincia: SORIA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. La Solanilla	ABEJAR	80.000 m ²
P.I. Los Arrañales	ABEJAR	17.624 m ²
P.I. La Dehesa	AGREDA	22.540 m ²
P.I. Los Espinos	AGREDA	106.010 m ²
P.I. Los Majuelos	AGREDA	900.000 m ²
P.I. Valdemies, fases I y II	AGREDA	95.758 m ²
P.I. San Andrés	ALMARZA	159.877 m ²
P.I. La Dehesa	ALMAZAN	80.136 m ²
P.I. La Malita	ARCOS DE JALON	154.991 m ²
P.I. Dehesa de Osma	BURGO DE OSMA (EL) (CAPITAL)	99.028 m ²
P.I. La Güera	BURGO DE OSMA (EL) (CAPITAL)	201.367 m ²
P.I. La Nava	CABREJAS DEL PINAR	306.000 m ²
P.I. Cabañares	COVALEDA	154.526 m ²
P. I. Santa Ana	DURUELO DE LA SIERRA	148.018 m ²
Ciudad del Medio Ambiente	GARRAY	843.200 m ²
P.I. Sector 8	GOLMAYO	1.561.382 m ²
P.I. Alcozar	LANGA DE DUERO	867.000 m ²
P.I. El Berezal	NAVALCABALLO	650.000 m ²
P.I. El Arren	NAVALENO	58.468 m ²
P.I. El Moral	OLVEGA	46.150 m ²
P.I. Emiliano Revilla (La Loma)	OLVEGA	1.500.000 m ²
P.I. La Tapiada	SAN ESTEBAN DE GORMAZ	196.000 m ²
P.I. Las Carretas	SAN ESTEBAN DE GORMAZ	60.000 m ²
P.I. Las Naves	SAN ESTEBAN DE GORMAZ	60.000 m ²
Naves Indus. en San Leonardo de Yagüe	SAN LEONARDO DE YAGÜE	4.240 m ²
P.I. La Umbría de allá	SAN LEONARDO DE YAGÜE	38.438 m ²
P.I. de Valcorba	SORIA	2.710.000 m ²
P.I. Las Casas I-II	SORIA	942.137 m ²
P.I. Camino de Cubo	TARDELCUENDE	218.868 m ²
P.I. Las Arroyadas	TARDELCUENDE	199.600 m ²
P.I. La Cepeda	VINUESA	28.602 m ²

Provincia: VALLADOLID		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. El Brizo fase I-IV	ALDEAMAYOR DE SAN MARTIN	1.120.767 m ²
P.I. La Encomienda	ARROYO DE LA ENCOMIENDA	1.415.369 m ²
Parque Tecnológico de Boecillo	BOECILLO	1.106.600 m ²
P.I. Sector IV-V	CABEZON	226.336 m ²
P.I. Carpio	CARPIO	49.028 m ²
P.I. Oporto 1-2-3	CASTRONUÑO	8.000 m ²
Area de Actividades Canal de Castilla	CIGALES	3.515.274 m ²
P.I. La Mora	CISTERNIGA	1.234.509 m ²
P.I. Cubillas	CUBILLAS DE SANTA MARTA	315.926 m ²
P.I. La Vega	FRESNO EL VIEJO	21.000 m ²
Z.I. de Iscar	ISCAR	1.519.358 m ²
P.I. Las Lobas	LAGUNA DE DUERO	251.928 m ²
P.I. Los Alamares	LAGUNA DE DUERO	539.495 m ²
P.I. Los Arenales	MAYORGA	48.956 m ²
P.I. Alto de San Juan	MEDINA DE RIOSECO	74.600 m ²
P.I. Medina de Rioseco	MEDINA DE RIOSECO	410.340 m ²
Industrial Medina del Campo	MEDINA DEL CAMPO	225.209 m ²
P.I. Escaparate	MEDINA DEL CAMPO	605.000 m ²
P.I. Francisco Lobato, fases I y II	MEDINA DEL CAMPO	234.026 m ²
P.I. de Mojados I/ Dehesa de la Villa	MOJADOS	76.695 m ²
P.I. El Marciel	MOJADOS	54.976 m ²
P.I. Mojados II	MOJADOS	711.795 m ²
P.I. La Estación	OLMEDO	279.073 m ²
P.I. Olmedo II	OLMEDO	1.124.513 m ²
Parque Industrial "José Antonio González Caviedes"	OLMEDO	499.996 m ²
P.I. Los Salvagueros	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	620.000 m ²
P.I. de Peñafiel/ La laguna	PEÑAFIEL	42.859 m ²
Polígono Empresarial Azucarera Peñafiel	PEÑAFIEL	73.858 m ²
Parque Empresarial de Portillo	PORTILLO	1.213.594 m ²
P.I. Las Gallegas	RENEDO	100.000 m ²
P.I. La Arroyada	SAN MIGUEL DEL ARROYO	86.810 m ²
P.I. El Arenal	SANTOVENIA DE PISUERGA	63.080 m ²
P.I. El Esparragal	SANTOVENIA DE PISUERGA	100.000 m ²
P.I. Las Panaderas	SANTOVENIA DE PISUERGA	20.000 m ²
Z.I. Nicas	SANTOVENIA DE PISUERGA	115.792 m ²
P.I. Simancas	SIMANCAS	718.770 m ²
P.I. La Vega	TORDESILLAS	257.250 m ²
P.I. Valdegalindo	TORDESILLAS	301.566 m ²
Parque Logístico Industrial de Tordesillas	TORDESILLAS	2.100.570 m ²
P.I. Tuduro	TUDELA DE DUERO	759.118 m ²
P.I. Arcas Reales	VALLADOLID	3.350 m ²

Provincia: VALLADOLID		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Argales	VALLADOLID	817.455 m ²
P.I. Cabildo Sur	VALLADOLID	6.257 m ²
P.I. Carrascal	VALLADOLID	67.976 m ²
P.I. Casasola	VALLADOLID	7.184 m ²
P.I. Cerro de San Cristóbal	VALLADOLID	2.649.501 m ²
P.I. El Berrocal	VALLADOLID	123.000 m ²
P.I. Las Mimbreras	VALLADOLID	10.400 m ²
P.I. Las Raposas	VALLADOLID	257.125 m ²
P.I. Los Santos	VALLADOLID	3.588 m ²
P.I. Residencia Jalón y Campo de tiro	VALLADOLID	11.199 m ²
Parque Agroalimentario de Valladolid y Puerto Seco de Santander	VALLADOLID	2.700.000 m ²
Parque de Proveedores Renault (Valladolid)	VALLADOLID	100.000 m ²
Parque Empresarial Las Cerámicas	VALLADOLID	148.308 m ²
Polo Eléctrico	VALLADOLID	400.000 m ²
Sector A.E. Nicas	VALLADOLID	179.786 m ²
P.I. Valoria la Buena	VALORIA LA BUENA	45.670 m ²
P.I. La Estación	VILLALON DE CAMPOS	13.952 m ²
P.I. San Cosme I-IV	VILLANUBLA	864.458 m ²
P.I. Los Talleres de Zaratán	ZARATAN	181.542 m ²
U.A. 18- Enajenado al Grupo Lince (ASPRONA)	ZARATAN	10.000 m ²

Provincia: ZAMORA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Alcañices	ALCAÑICES	39.600 m ²
P.I. Benavente I-II	BENAVENTE	524.468 m ²
P.I. Las Cárnicas	BENAVENTE	25.300 m ²
P.I. Los Negrillos	BENAVENTE	16.512 m ²
Parque Logístico de Benavente	BENAVENTE	106.728 m ²
P.I. Bermillo de Sayago	BERMILLO DE SAYAGO	152.248 m ²
P.I. La Devesa	CAMARZANA DE TERA	33.000 m ²
P.I. Campo de Aviación, fases I y II	CORESES	370.000 m ²
P.I. El Roto (Prado Concejil)	CORESES	219.000 m ²
P.I. Los Pinares	CORESES	270.561 m ²
P.I. de Fuentesauco	FUENTESAUCO	40.000 m ²
P.I. Monfarracinos	MONFARRACINOS	200.000 m ²
P.I. de Castellanos (U.E.-1)	PUEBLA DE SANABRIA	35.090 m ²
P.I. San Cristóbal de Entreviñas	SAN CRISTOBAL DE ENTREVIÑAS	426.075 m ²
P.I. Santa Cristina de la Polvorosa	SANTA CRISTINA DE LA POLVOROSA	34.500 m ²
P.I. La Chana	TABARA	54.981 m ²
P.I. El Palo	TORO	150.697 m ²

Provincia: ZAMORA		
Nombre	Localidad	Extensión
P.I. Este	TORO	48.580 m ²
P.I. Norte I	TORO	99.414 m ²
P.I. Sector 4	TORO	29.400 m ²
P.I. La Marina	VILLABRAZARO	811.034 m ²
P.I. Villanueva de Azoague	VILLANUEVA DE AZOAGUE	1.000.000 m ²
P.I. La Hiniesta	ZAMORA	338.691 m ²
P.I. Los Llanos I	ZAMORA	620.428 m ²
P.I. Villagodio (Zamora II)	ZAMORA	1.300.000 m ²

9.2 Anexo 2: Políticas de la UE relacionadas con la Simbiosis Industrial.

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Plan de acción de la economía circular	Política	Eficiencia de los recursos	Macro	(Comisión Europea 2020b)
Estrategia Industrial	Política	Reducción de la Contaminación y de los residuos	Macro	(Comisión Europea 2020.a)
El «valor de uso» ha vuelto: nuevos retos y perspectivas para los productos y servicios europeos	Finanzas	Crecimiento Verde	Macro	EESC 2019b)
Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos.	Sistemas de producción	Residuos	Macro	(EU 2018)
REGLAMENTO (UE) 2017/1369 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 4 de julio de 2017 por el que se establece un marco para el etiquetado energético y se deroga la Directiva 2010/30/UE	Política	Uso y consumo de los recursos	Macro	(EU 2017)
Agencia Ambiental Europea: Economía Circular en Europa	Compromiso de la ciudadanía y cambios en el comportamiento.	Crecimiento Verde	Macro	(Agencia Ambiental Europea 2016)
Plataforma Europea de Eficiencia en los Recursos (EREP): Manifiesto y Recomendaciones a la Política.	Política	Eficiencia de los Recursos	Macro	(EREP 2013)
Plan de Acción Verde para PYME's: informe de implementación	Modelo de Negocio	Eficiencia de los recursos	Macro	(Comisión Europea 2018)

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Industria sostenible: apostando por el crecimiento y la eficiencia de recursos	Política	Eficiencia de los recursos	Macro	(Comisión Europea 2012.a)
Iniciativa Empleo Verde: aprovechar el potencial de creación de empleo de la economía verde	Habilidades	Crecimiento Verde	Macro	(Comisión Europea 2014.a)
Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE relativa a la lista de residuos con arreglo a la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2014/955/UE)	Sistemas de Producción	Residuos	Macro	
Traslados de residuos Reglamento (UE) No 660/2014	Sistemas de Producción	Residuos	Macro	(EU 2014)
DG Medio Ambiente: Prioridad de la política industrial en recomendación	Política	Crecimiento Verde	Macro	
Revisión de objetivos de residuos	Sistemas de Producción	Residuos	Macro	(Hogg et al. 2013)
Programa de Acción Medioambiental de la UE hasta 2020 "Vivir bien, dentro de los límites de nuestro planeta"	Tecnología	Crecimiento Verde	Macro	(Consejo europeo 2013)
Informe anual del Observatorio de la Innovación Ecológica	Política	Eco-Innovación	Macro	
Recomendaciones de la Plataforma europea de eficiencia de los recursos	Política	Eficiencia de los recursos	Macro	(EREP 2013)
Libro Verde sobre el marco 2030 para las políticas climáticas y energéticas	Finanzas	Crecimiento Verde	Macro	(Comisión Europea 2013)

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Directiva 2013/56/UE del Parlamento y Consejo Europeo, del 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores en lo que respecta a la comercialización de pilas y acumuladores portátiles pilas y acumuladores que contengan cadmio destinados a utilizarse en herramientas eléctricas inalámbricas, y de las pilas de botón con bajo contenido de mercurio, y por la que se deroga la Decisión 2009/603/CE de la Comisión	Tecnología	Residuos	Macro	
Conectando el crecimiento inteligente y sostenible a través de la especialización inteligente -Ejemplar	Tecnología	Eco-Innovación	Micro	(Comisión Europea 2012.b)
Guía sobre estrategias de investigación e innovación para la especialización inteligente (Guía RIS3)	Modelo de negocio	Residuos	Meso	
Una industria europea más fuerte para el crecimiento y la recuperación económica". Comunicación actualizada sobre política industrial	Tecnología	Tecnología	Macro	
Hacia una recuperación rica en empleo	Habilidades	Crecimiento verde	Macro	(Comisión Europea 2014.a)
Reglamento (UE) no 1025/2012 de normalización	Política	Producción	Macro	(EU 2012.b)
Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) Texto pertinente a efectos del EEE	Sistemas de producción	Producción y Gestión de Residuos	Macro	(EU 2012.a)

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Industria Sostenible: Hacia el Crecimiento y la Eficiencia de los Recursos - Ejemplar	Sistemas de producción	Eficiencia de los recursos	Macro	
Abordar los desafíos en los mercados de productos básicos y materias primas	Sistemas de producción	Seguridad material	Macro	(EESC 2011)
Hoja de ruta para avanzar hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050	Política	Reducción de las emisiones	Macro	(Comisión Europea 2011.c)
El Plan de acción de eco- innovación COM 899	Política	Eco-Innovación	Macro	(Comisión europea 2011.a)
Reglamento (UE) no 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva del Consejo 89/106 / CEE Texto pertinente a efectos del EEE	Sistemas de producción	Producción	Macro	(EU 2011.b)
Directiva 2011/65 / UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre la restricción del uso de determinadas sustancias peligrosas en equipos eléctricos y electrónicos	Sistemas de producción	Residuos	Macro	(EU 2011.a)
Directiva sobre grandes instalaciones de combustión	Sistemas de producción	Reducción de las emisiones	Macro	
Ser sabio con el desperdicio- Buenas prácticas	Sistemas de producción	Residuos	Macro	(EU 2010)

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Decisión de la Comisión de 30 de abril de 2009 que completa los requisitos técnicos para la caracterización de residuos establecidos por la Directiva 2006/21 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gestión de residuos de las industrias extractivas (notificada con el número de documento C (2009) 3013)	Sistemas de producción	Residuos	Macro	(EU 2009)
Directiva 2009/125 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se establece un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico para productos relacionados con la energía	Tecnología	Uso y consumo de residuos	Macro	(EU 2009)
Consumo y producción sostenibles y Política industrial sostenible - Plan de acción	Sistemas de Producción	Producción	Macro	(Comisión Europea 2008.a)
La iniciativa de las materias primas: satisfacer nuestras necesidades críticas de crecimiento y empleo en Europa	Habilidades	Crecimiento verde	Macro	
Contratación pública para un mejor medio ambiente COM (2008) 400	Finanzas	Crecimiento verde	Macro	(Comisión Europea 2008.a)
Legislación de residuos de la UE	Política	Residuos	Macro	Comisión Europea 2019.b)
Directiva 2006/21 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de residuos de las industrias extractivas y que modifica la Directiva 2004/35 / CE	Residuos	Residuos	Macro	(EU 2006)

Instrumentos de la Política en apoyo de la SI	Sistema dinamizador	Temas de la Política	Líneas de acción	Referencia
Reglamento (CE) n. ° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de productos químicos (REACH), por el que se crea una Agencia Europea de Productos Químicos, que modifica la Directiva 1999/45 / CE y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) no 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769 / CEE del Consejo y las Directivas 91/155 / CEE, 93/67 / CEE, 93/105 de la Comisión / EC y 2000/21 / EC	Sistemas de producción	Producción y Gestión de residuos	Macro	(EU 2006)
Directiva de la UE sobre envases y residuos de envases 94/62/CE	Política	Residuos	Macro	
Estrategia temática sobre prevención y reciclaje de residuos (COM 666)	Sistemas de producción	Residuo	Macro	(Comisión europea 2005)
Directiva sobre vehículos al final de su vida útil	Tecnología	Residuos	Macro	(Comisión Europea 2000)
Una iniciativa emblemática sobre la eficiencia de los recursos	Política	Eficiencia de los recursos	Macro	

9.3 Anexo 3: Normativa de la UE ligada la Simbiosis Industrial.

Identificador de documento	Título
UNE-CEN/TR 13688:2008 IN	Envases y embalajes. Reciclado de materiales. Informe sobre los requisitos de los materiales y sustancias para prevenir impedimentos continuos al reciclado.
UNE-CEN/TR 13910:2011 IN	Envases y embalajes. Informe sobre los criterios y las metodologías de análisis del ciclo de vida de los envases.
DD CEN/TS 15406:2010	Combustibles sólidos recuperados. Determinación de las propiedades del conjunto del material a granel.
UNE-CEN/TS 16010:2015 EX	Plásticos. Plásticos reciclados. Procedimientos de muestreo para ensayos de residuos de plásticos y reciclados.
UNE-CEN/TS 16011:2015 EX	Plásticos. Plásticos reciclados. Preparación de muestras.
UNE-CEN/TS 17307:2020 EX	Materiales obtenidos a partir de neumáticos al final de su vida útil (NFVU). Granulado y polvo. Identificación de elastómeros: Detección por cromatografía de gases y espectrometría de masas de productos de pirólisis en solución.
CEN / TS 17308: 2019	Materiales producidos a partir de neumáticos al final de su vida útil - Alambre de acero - Determinación del contenido no metálico.
UNE-CR 12340:1998	Envases. Recomendaciones para realizar el análisis de inventario de ciclo de vida de sistemas de envasado.
UNE-CR 13504:2001	Envases y embalajes. Valorización de material. Criterios para un contenido mínimo de material reciclado.
UNE-CR 13686:2002	Envases y embalajes. Optimización de la recuperación energética a partir de residuos de envases y embalajes.
CR 1460: 1994	Embalaje: recuperación de energía de envases usados
CWA 17284: 2018	Modelado de materiales. Terminología, clasificación y metadatos.
CWA 17354: 2018	Simbiosis industrial: elementos centrales y enfoques de implementación.
UNE-EN 12574-1:2017	Contenedores fijos para residuos. Parte 1: Contenedores con capacidades hasta 10 000 l con tapa(s) plana(s) o abovedada(s) para dispositivos de elevación de tipo soporte giratorio, doble soporte giratorio o tipo manguitos. Dimensiones y diseño.

Identificador de documento	Título
UNE-EN 14290:2005	Cinc y aleaciones de cinc. Materias primas secundarias.
UNE-EN 13427:2005	Envases y embalajes. Requisitos para la utilización de las normas europeas en el campo de los envases y los embalajes y sus residuos.
UNE-EN 13428:2005	Envases y embalajes. Requisitos específicos para la fabricación y composición. Prevención por reducción en origen
UNE-EN 13429:2005	Envases y embalajes. Reutilización.
UNE-EN 13430:2005	Envases y embalajes. Requisitos para envases y embalajes recuperables mediante reciclado de materiales.
UNE-EN 13431:2005	Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante recuperación de energía, incluyendo la especificación del poder calorífico inferior mínimo.
UNE-EN 13432:2001	Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje.
UNE-EN 13437:2004	Envases y embalajes y reciclado de material. Criterios para los métodos de reciclado. Descripción de los procesos de reciclado y diagramas de flujo.
UNE-EN 13439:2003	Envases y embalajes. Tasa de recuperación energética. Definición y método de cálculo.
UNE-EN 13440:2003	Envases y embalajes. Tasa de reciclado. Definición y método de cálculo.
UNE-EN 13592:2017	Sacos de plástico para la recogida de basura doméstica. Tipos, requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 13593:2003	Envases y embalajes. Sacos de papel para la recogida de basura doméstica. Tipos, requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 14995:2007	Plásticos. Evaluación de la compostabilidad. Programa de ensayo y especificaciones.
UNE-EN 15342:2008	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poliestireno (PS).
UNE-EN 15343:2008	Plásticos. Plásticos reciclados. Trazabilidad y evaluación de conformidad del reciclado de plásticos y contenido en reciclado.
UNE-EN 15344:2008	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polietileno (PE).

Identificador de documento	Título
UNE-EN 15345:2008	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de polipropileno (PP).
UNE-EN 15346:2015	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli (cloruro de vinilo) (PVC).
UNE-EN 15347:2008	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de residuos plásticos.
UNE-EN 15348:2015	Plásticos. Plásticos reciclados. Caracterización de reciclados de poli (tereftalato de etileno) (PET).
UNE-EN 16214-4:2013+A1:2019 (Ratificada)	Criterios de sostenibilidad para la producción de biocarburantes y biolíquidos para aplicaciones energéticas. Principios, criterios, indicadores y verificadores. Parte 4: Métodos de cálculo del balance de emisiones de gases de efecto invernadero usando el análisis de ciclo de vida. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en diciembre de 2019.)
UNE-EN 16760:2016	Productos de origen biológico. Análisis del ciclo de vida.
UNE-EN 2955:1993 (Ratificada)	Material aeroespacial. Reciclado de la chatarra de titanio y sus aleaciones. (Ratificada por AENOR en octubre de 1993).
UNE-EN 570:2008	Aluminio y aleaciones de aluminio. Cospes para extrusión por impacto obtenidos de productos forjados. Especificaciones.
UNE-EN 62309:2005	Confiabilidad de productos que contienen componentes reutilizados. Requisitos para funcionabilidad y ensayos.
PNE-EN 45554	Métodos generales para la evaluación de la capacidad de reparación, reutilización y actualización de productos relacionados con la energía
BS EN 13429:2004	Embalaje. Reutilizar
UNE-CEN/TR 14520:2008 IN	Envases y embalajes. Reutilización. Métodos para la evaluación de la aptitud al uso del sistema de reutilización
UNE-EN 12258-3:2004	Aluminio y aleaciones de aluminio. Términos y definiciones. Parte 3: Chatarras.
UNE-EN 378-4:2008+A1:2012	Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. Parte 4: Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.
EN 643: 2014	Papel y cartón: lista europea de grados estándar de papel y cartón para reciclaje.

9.4 Anexo 4: Mapa de los resultados de las redes de SI en Europa.

Fuente: “Cooperación que fomenta la simbiosis industrial: potencial de mercado, buenas prácticas y acciones políticas”.

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/ regional/ nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/ planificada / auto organizada	Benefi. Econó. cuatificados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
AUSTRIA	Styrian recycling network	28 empresas	regional	N/A	14 (calefacción urbana, cenizas volantes, yeso, viruta de madera, residuos madera, lodo de fibra, papel usado, aceite usado, llantas de desecho, chatarra, arena de ceniza, material excavado)	autoorganizado, impulsado por intereses comerciales individuales		22.943 empleos	aprox. 1 millón de toneladas de subproductos recolectados, se reciclan 780.000 toneladas; 200.000 toneladas se depositan en vertederos o se incineran; Se entregan 25.000 toneladas a la gestión profesional de residuos (1996). En 1998 se identificaron 330.000 toneladas más. 70% de tasa de reciclaje 42% de emisiones de CO2 ahorradas 25% de energía final consumida es renovable.

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/regional/nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/planificada/auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
AUSTRIA	GreenTech Cluster	200 empresas, parte del "Green Tech Valley" de Styria.	regional	Numerosos	Numerosos	Facilitado	15% de crecimiento en la inversión por año. 18% de crecimiento en empleados por año	Creación de más de 1.000 empleos/año	
BÉLGICA	Essenscia Brussels	240 organizaciones participantes	regional	1.500 Líneas de trabajo	N/A	Facilitado	N/A	N/A	N/A
BÉLGICA	Symbioseplatform	300 organizaciones	Regional	N/A	2.000 líneas de trabajo y tecnologías.	Planeado / Basado en Web	N/A	N/A	objetivo a lograr: un 15% menos de desperdicio
DINAMARCA	Kalundborg	10 empresas.	regional	N/A	aprox. 50	Auto organizado	N/A	4.614 empleos	Desperdicio evitado (1997): - 1 millón de m3 de lodos de tratamiento de aguas. - 200.000 toneladas de cenizas volantes y Clinker. - 80.000 toneladas de lodos depuradores - 2.800 toneladas de emisiones de co2 de azufre reducidas anualmente.
ESLOVENIA	Slovenia E- Symbioza	alrededor de 20 empresas han incluido materiales / residuos	Regional	N/A	N/A	Facilitado / exclusivamente basado en Web	N/A	N/A	N/A

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/regional/nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/planificada/auto organizada	Benefi. Econó. cuatificados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
FINLANDIA	Kemi-Tornio	7 empresas	regional	N/A	5 (desechos de riffler, cenizas y mezclas de cenizas, desechos sólidos, CO2)	Modelo mixto	200 millones de euros estimados anualmente	N/A	N/A
FINLANDIA	Harjavalta	13 empresas	Local	N/A	6 (sulfato de cobre, arena de hierro, telurio de cobre, selenio, mate de níquel, concentrados de PGM) 8 procesos de gestión de residuos	Auto organizadoi	N/A	1.000 empleos (estimación)	Gestión de residuos a largo plazo. 81,8% de nivel de utilización de desperdicio: - 351 T / año de residuos energéticos. - 181 t / año de residuos metálicos -83 t / a de residuos de led - 124 t / año de residuos peligrosos - 15 t / año de residuos de papel -16 t / año de residuos domésticos
FRANCIA	Bazancourt Pomacle	58 empresas (20 grandes empresas y 38 PYMES)	Local	N/A	8 procesos simbióticos principales (vapor, agua, efluentes, productos, I + D, energía, organización, perforación)	Auto organizadoi	N/A	1.200 – 2.000 (estimación)	N/A

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/regional/nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/planificada/auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
ISLANDIA	Svartsengi	11 empresas	local	N/A	5 (agua de mar tibia, salmuera geotérmica, electricidad y agua de calefacción, aceites de pescado, despojos de pescado)	Planeado	N/A	630 empleos	N/A
ITALIA	Industrial Park of Rieti-Cittaducale	240 empresas	Local	N/A	N/A	facilitado en un polígono industrial establecido	N/A	4.300 empleos (estimación)	N/A
ITALIA	ENEA Italian Network	568 industrias en Sicilia 258 en los distritos de Catania y Siracusa (distritos principales de la red)	Regional	21 recursos compartidos Catania: 88 entrada, salida 187 Siracusa: entrada 91, 187 salida	Catania: 165 Encajes Siracusa: 529 encajes.	Facilitado	N/A	N/A	N/A
NORUEGA	Eyde Network	33 empresas	regional	N/A	N/A	Facilitado	N/A	3.794 empleos	No cuantificado. Proyectos en etapas tempranas
PAISES BAJOS	Biopark Terneuzen	22 empresas (7 de las cuales forman parte de una red de simbiosis industrial)	local	N/A	14 (biomasa, aguas residuales, agua limpia, calor, CO2, electricidad, vapor, residuos de almidón, energía)	Planeado	N/A	N/A	N/A

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/regional/nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/ planificada / auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
REINO UNIDO	NISP NI	1.900+ miembros	Regional	N/A	448 sinergias completadas	Facilitado	Ahorro de costes empresarial es de 25 millones de libras £ 16.2 millones de ventas adicionales £ 1,9 millones inversión privada	35 empleos creados, 61 empleos asegurados	(2007-2017) - 392.000 toneladas de residuos desviados. - 12.700 toneladas de residuos peligrosos ahorrados - 240.000 toneladas de materias primas vírgenes salvadas - 340.000 toneladas de CO2 ahorradas
REINO UNIDO	NISP-Scotland	N/A	Regional	N/A	127 sinergias completadas (unas 35 por año)	Facilitado	£ 4.19 millones de ahorro de costes para la industria 7,22 £ millones de inversión privada 1,8 millones de ventas adicionales	38 empleos creados.	312.295 toneladas de residuos desviados de vertedero 194.183 toneladas de ahorro de CO2
REINO UNIDO	LISP - London	3 instalaciones in situ 8 más bajo permiso de obra)	local	N/A	Desarrollo en marcha	Parque industrial planificado	N/A	60 – 100 empleos	35.000 toneladas / año de reciclaje de botellas de plástico 35.000 toneladas / año de alimentos y residuos verdes en 31.000 MWH por año y logra ahorros de 16.325 CO2 por año.

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/ regional/ nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/ planificada / auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
SUECIA	Händelö	difícil de contar debido a límites geográficos poco claros; interacción básica entre 3 empresas	local	N/A	6 (CO2, residuos sólidos, cereales, residuos orgánicos, aguas residuales, residuos domésticos)	Auto organizado	N/A	No hay creación sustancial de empleo por SI	N/A
SUECIA	Industrial Park of Sweden	17 empresas	local	N/A	N/A	Parque industrial planeado	--	3.794 empleos	7.500 toneladas / año de emisiones de dióxido de carbono reducidas 1,6 millones de toneladas de emisiones de CO2 reducidas Reducciones de GEI, nitrógeno y fósforo posibilitadas por: - reducción de combustibles fósiles utilizados - necesidad reducida de fertilizantes artificiales - Mayor uso de biogás de producción local. - Reducción de la cantidad de residuos depositados en vertederos. - - Mayor conciencia ambiental.

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/ regional/ nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/ planificada / auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
SUECIA	Linkoping IS Network	11 empresas con procesos simbióticos	Regional	N/A	22 procesos simbióticos	Auto organizado	N/A	N/A	<p>Las emisiones de CO2 relacionadas con la calefacción se redujeron de 64296 t / año en 1985 a 4700 t / año en 2006, una reducción del 93%.</p> <p>La producción de biogás y su uso como combustible de transporte posibilita reducciones de alrededor de 18000 toneladas anuales de CO2 equivalente. Entre 1985 y 2006, las emisiones de SOx se redujeron de 355 t / año a 55 t / año y las emisiones de NOx se redujeron de 146 t/año a 8 / año.</p> <p>30.000 m3 de aceite se ahorran por el sistema de calefacción urbana con el uso de biogás. Reducción de 90.000 toneladas de vertedero.</p>

País	Red	Tamaño de la Red	Alcance Red (local/ regional/ nacional)	Nº de sinergias identificadas	Nº de SI completadas	Facilitada/ planificada / auto organizada	Benefi. Econó. cuatific ados	Benefic. Sociales (empleos implicados)	Beneficios ambientales cuantificados
SUECIA	Enköping IS Network	N/A	regional	N/A	5 sinergias principales dentro de la red. 10 sinergias fuera de la red	Auto organizado	Se cree que la CHP ha reducido su costo de combustibles en 2,5 MSEK / año	N/A	Recuperación de fósforo y nitrógeno: Al utilizar aguas residuales como fertilizante, se recupera más de 1 tonelada de fósforo en el sistema de cultivo. Mediante el uso de efluentes en plantaciones de sauce, la EDAR ha reducido las descargas de nitrógeno en 30 t / año, lo que corresponde a una reducción del 25%. Eliminación de cadmio del suelo Reducción de GEI
SUECIA	Stenungsund IS Network	7 empresas	Regional	N/A	7 sinergias	Auto organizado	N/A	N/A	15.000 toneladas / año de emisiones de GEI reducidas Industrias químicas: uso de 424.000 toneladas de gas natural en lugar de gas combustible

9.5 Anexo 5: Proyectos de SI en CyL.

Fuente: “Estudio del Ecosistema de economía circular y del metabolismo económico de Castilla y León”.

Proyectos de Simbiosis Industrial en Castilla y León							
Identificación de proyectos de fomento de Simbiosis Industrial				Identificación de sector emergente	Validación del proyecto con las estrategias regionales y UE		
Proyecto/ acción	Descripción	Observaciones	Entidades colaboradoras	Sector emergente	Área de especialización económica (RIS3)	Análisis según principios economía circular	Área Temática E. Circular UE
ECOEMPRESAS 14006 (año 2019)	Creación de un área de ecodiseño en empresas de Valladolid y certificación UNE-EN ISO 14006.	Subvenciones de economía circular del Ayto. de Valladolid	AEICE	Reorganización industrial	Medio ambiente industrial. Habitat	Simbiosis industrial , Ecodiseño	
GREEN SCOUTING (2019-2020)	Identificar y seleccionar tecnologías emergentes, ecoinnovadoras, de aplicación inmediata, para las empresas de la cadena de valor de automoción y favorecer la conexión con agentes del ecosistema ecoinnovador.	Proyecto cofinanciado por el ICE y Fondos FEDER	FACyL	Reorganización industrial	Automoción, Componentes y Equipos	Simbiosis industrial , Ecodiseño	

Proyectos de Simbiosis Industrial en Castilla y León							
Identificación de proyectos de fomento de Simbiosis Industrial				Identificación de sector emergente	Validación del proyecto con las estrategias regionales y UE		
Proyecto/ acción	Descripción	Observaciones	Entidades colaboradoras	Sector emergente	Área de especialización económica (RIS3)	Análisis según principios economía circular	Área Temática E. Circular UE
Interreg POCTEP CircularLabs (2018-2021)	Integrar la EC en nuevos modelos de negocio. Crear laboratorios rurales y urbanos de formación e innovación y herramientas TIC para acelerar la transformación del modelo "lineal" al "circular".	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal.	EOI, FPNCyL, Ayto.Valladolid (Innolid), Dip.Ávila, USAL, MAIEUTICA, IPB, INORDE, ADITEC, CM Montalegre, Fundación Paideia Galiza	Reorganización industrial	Varias áreas de especialización	Ecodiseño Eficiencia recursos Reparabilidad Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	Plásticos Desperdicio alimentario
Interreg POCTEP ESPACIO T3 (2017-2018)	Creación de un espacio transfronterizo de colaboración universidad – empresa para crear empleo de calidad y potenciar el crecimiento sostenible.	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal	FUESCyL, Associação Universidade - Empresa para o Desenvolvimento TECMINHO, UTAD, IPB, IPR, AETICAL, SIVI	Reorganización industrial	Varias áreas de especialización	Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	
Interreg POCTEP RehabIND (2017-2018)	Rehabilitación de áreas industriales y fomento de la eco-innovación y ecoeficiencia en las actividades industriales.	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal	ICCL, FPNCyL, IPB, INCOSA, Ayuntamiento de Zamora, CM Mirandela.	Reorganización industrial	Varias áreas de especialización	Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	

Proyectos de Simbiosis Industrial en Castilla y León							
Identificación de proyectos de fomento de Simbiosis Industrial				Identificación de sector emergente	Validación del proyecto con las estrategias regionales y UE		
Proyecto/ acción	Descripción	Observaciones	Entidades colaboradoras	Sector emergente	Área de especialización económica (RIS3)	Análisis según principios economía circular	Área Temática E. Circular UE
Interreg POCTEP REINOVA SI (2017-2019)	Crear y probar una nueva metodología internacional de aceleración de ideas, adaptada a las microempresas del sector agroalimentario,	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal.	ITACyL, IPCB, Cámara Badajoz, Cámara Valladolid, CTAEX, IDDNET, INNOVCLUSTER. IPL, Vitartis, Adral, Open	Reorganización industrial	Agroalimentación	Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	
Interreg POCTEP TRANSCOLAB	Laboratorio Colaborativo Transfronterizo para la sostenibilidad e innovación del sector Agroalimentario y Agroindustrial.	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal.	IPB, USAL (IP Zamora) Uva, TecPan, Deifil Technologies, Mollendum, CoperBlanc Zamorana, Molinos del Duero, FUESCYL, Fundación Rei Afonso Henrique, Cámara de Comercio Zamora. M. Ferreira and Filhas,, CNCFS, Sortegel	Reorganización industrial Subproductos agroalimentarios	Agroalimentación	Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	

Proyectos de Simbiosis Industrial en Castilla y León							
Identificación de proyectos de fomento de Simbiosis Industrial				Identificación de sector emergente	Validación del proyecto con las estrategias regionales y UE		
Proyecto/ acción	Descripción	Observaciones	Entidades colaboradoras	Sector emergente	Área de especialización económica (RIS3)	Análisis según principios economía circular	Área Temática E. Circular UE
Interreg POCTEP Urban	Fomento de la movilidad sostenible y mejora de la calidad del aire en el entorno urbano.	Cofinanciado por FEDER a través del Programa INTERREG V-A España-Portugal.	Uva, EREN, CARTIF, GMV, la Agência Regional de Energia e Ambiente do Centro, U.Beira Interior y ENFORCE	Reorganización industrial	Automoción / transporte Energía y Medio Ambiente	Simbiosis industrial / Cooperación empresarial	

9.6 Anexo 6: Casos de Buenas Prácticas de SI en empresas de CyL.

Fuente: “Estudio del Ecosistema de economía circular y del metabolismo económico de Castilla y León”.

Casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en empresas de Castilla y León

Nombre de la empresa	Provincia	Actividad	Buena Práctica	Descripción	Sector emergente Economía Circular CyL	Áreas de especialización económica RIS3	Principios de economía circular	Sectores prioritarios Economía circular en la UE
Azucarera Iberia	Zamora	Producción de azúcar y subproductos	RSE	En sus fábricas producen además de azúcar y coproductos, vapor de agua y energía eléctrica gracias a sus plantas de Cogeneración.	Aprovechamiento de subproductos agrarios, Bioeconomía circular	Agroalimentación	Materias primas renovables,	Residuos alimentarios
			Carbocal	Fertilizante de Calcio, NPK y materia orgánica fabricado a partir del proceso de separación de los “no azúcares” del jugo azucarado extraído de la remolacha azucarera, por lo que contiene elementos bioestimulantes.				
			Stimel	Abono orgánico líquido con alto contenido en extracto húmico y materia orgánica para conseguir cultivos más eficientes. Se obtiene de la mezcla de diferentes corrientes generadas durante				

Casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en empresas de Castilla y León

Nombre de la empresa	Provincia	Actividad	Buena Práctica	Descripción	Sector emergente Economía Circular CyL	Áreas de especialización económica RIS3	Principios de economía circular	Sectores prioritarios Economía circular en la UE
				el proceso de extracción de azúcar de remolacha y de la fabricación de sus derivados				
			Pulpa	Producto derivado de la remolacha azucarera que, tras ser sometida a un proceso de prensado, secado y granulado, se comercializa como pienso para ganado.				
Biocarburantes de CyL	Salamanca	Fabricación de biocombustibles y derivados	Planta de cogeneración	La planta suministra a energía que consume la fábrica y genera excedente de electricidad que vende a la red eléctrica. Los gases del proceso se utilizan en el secadero para reducir la humedad del producto	Descarbonización (cogeneración)	Energía y medio ambiente industrial Agroalimentación	Valorización energética	Biomasa / Bioeconomía

Casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en empresas de Castilla y León

Nombre de la empresa	Provincia	Actividad	Buena Práctica	Descripción	Sector emergente Economía Circular CyL	Áreas de especialización económica RIS3	Principios de economía circular	Sectores prioritarios Economía circular en la UE
COPISO	Soria	Explotaciones porcinas, fertilizantes, piensos y biomasa	Ciclo integral del porcino como modelo de economía circular	Integración de todo el ciclo productivo, que abarca el cultivo o producción de materias primas, la fabricación de pienso, la cría de cerdos y su comercialización, cerrando el círculo con el aprovechamiento de los purines para la fertilización orgánica de la tierra	Reorganización industrial / Optimización de Recursos.	Agroalimentación	Materias primas Bioeconomía	Residuos alimentarios Biomasa / bioeconomía
Entrepinares	Valladolid	Fabricación de quesos y derivados lácteos	Revalorización de productos de deshecho. Prolactea group	Revalorización de lodos de depuradora como fertilizante agrícola. Reutilización de restos de queso para la fabricación de queso fundido. Nuevos productos a través del aprovechamiento del suero láctico residual del queso	Gestión de residuos	Agroalimentación	Reciclaje	Residuos alimentarios

Casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en empresas de Castilla y León

Nombre de la empresa	Provincia	Actividad	Buena Práctica	Descripción	Sector emergente Economía Circular CyL	Áreas de especialización económica RIS3	Principios de economía circular	Sectores prioritarios Economía circular en la UE
Gestamp Biomass SL	Soria	Generación eléctrica y térmica a partir de biomasa	Reutilización de residuos de biomasa	La planta de Biomasa de Garray, operativa desde 2013, tiene una potencia de 17,02 MW y utiliza como combustible biomasa forestal procedente de la limpieza de nuestros bosques, lo que ayuda a la prevención de incendios y convierte un residuo en un recurso energético.	Descarbonización energética Cogeneración y biomasa	Energía y medio ambiente industrial	Valorización energética. Ecología industrial	Biomasa y bioeconomía
Grupo Antolín	Burgos	Diseño y fabricación de componentes y módulos para el interior del automóvil	Novaform	Tecnologías para el procesado de materiales con alto contenido en materia reciclada	Optimización de Recursos.	Automoción	Ecodiseño	Materias primas Plásticos,
Grupo Europac	Palencia	Empresa del sector del embalaje	Reciclaje de papel	Producción de papel y cartón a partir de la recuperación de papel usado. Además, en su proceso de fabricación consigue reciclar el 80% de los residuos.	Gestión de residuos	Energía y medio ambiente industrial	Reciclaje	Materias primas
Oblanca	León	Actividad avícola	Autoabastecimiento energético	Inversiones en cogeneración energética, reciclaje de envases y creación de planta	Cogeneración energética	Agroalimentación	Simbiosis industrial	Plásticos

Casos de Buenas Prácticas de Simbiosis Industrial en empresas de Castilla y León

Nombre de la empresa	Provincia	Actividad	Buena Práctica	Descripción	Sector emergente Economía Circular CyL	Áreas de especialización económica RIS3	Principios de economía circular	Sectores prioritarios Economía circular en la UE
				<p>EDAR para abastecimiento energético y reducción de huella medioambiental.</p> <p>Incubadora con recuperadores de calor para un mejor aprovechamiento térmico de la planta.</p>				
Refood	Valladolid	Gestión completa de residuos de la cadena alimentaria	Sistema integral de recogida de restos de la elaboración de productos de carne o de pescado y otros alimentos	ReFood ofrece un servicio de reciclaje completo y específico de restos de alimentos mediante una flota de vehículos especiales con distintivos. Todos los contenedores se cambian por otro limpio y higienizado con cada recogida y llevan asociado un sistema informático para garantizar la trazabilidad, lo que facilita su valorización como piensos, fertilizantes o valorización energética	Gestión de residuos Subproductos agroalimentarios	Agroalimentación Energía y Medio Ambiente industrial	Materias primas Renovables Reciclaje Valorización energética	Residuos alimentarios

9.7 Anexo 7: Sinergias potenciales para incrementar el intercambio de recursos en Polígonos Industriales de CyL.

1		ELEMENTO DE INTERÉS: HIDRÓGENO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Plantas con hornos de cocción. 		<ul style="list-style-type: none"> • Refinado de aceites minerales y gas. • Proceso de Hidrocracking. 	
OBJETIVO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación del gas de los hornos de cocción y extracción del hidrógeno para empresas petroquímicas. 			
FACTIBILIDAD TÉCNICA:		BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> • Escala Industrial. • Requisitos técnicos altos. 		<ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy altos. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> • Separación de hidrógeno. 		<ul style="list-style-type: none"> • -1,9 Millones de toneladas de CO2 equivalente. 	
TECNOLOGÍA:			
<ul style="list-style-type: none"> • Absorción por presión 			

2		ELEMENTO DE INTERÉS: METANOL	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Plantas con hornos de cocción. 		<ul style="list-style-type: none"> • Refinado de aceites minerales y gas. • Proceso de Isomerización 	
OBJETIVO:			
<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación del gas de los hornos de cocción y extracción del metanol para empresas petroquímicas. 			
FACTIBILIDAD TÉCNICA:		BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> • Escala Industrial. • Requisitos técnicos altos. 		<ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy altos. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis de metanol de COG. 		<ul style="list-style-type: none"> • -10,2 Millones de toneladas de CO2 equivalente. 	
TECNOLOGÍA:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lurgi Shell y reactor de tubo. 			

3		ELEMENTO DE INTERÉS: ACETALDEHÍDO - ÉTER DIETILICO – ACETATO DE ETILO - ETILO - PROPIONATO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Química Orgánica. Producción de Acetato de Etilo. 		<ul style="list-style-type: none"> Cemento. Quemado. 	
OBJETIVO:			
<ul style="list-style-type: none"> Recuperar los combustibles de desecho de las operaciones de limpieza con acetato de etilo y enviarlo al sector cementero para suministro de combustible en horno de clínker. 			
FACTIBILIDAD TÉCNICA:		BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Escala Industrial. Requisitos técnicos bajos. 		<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Muy bajos. SOCIO-ECONÓMICOS: Muy bajos 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> Separación de fracciones ácido/orgánicas. 		<ul style="list-style-type: none"> -5.000 toneladas de CO2 equivalente. 2,2 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA:			
<ul style="list-style-type: none"> Destilación fraccional. 			

4		ELEMENTO DE INTERÉS: ZINC	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Metalúrgico. Hornos de arco eléctrico en fabricación de acero y fundición 		<ul style="list-style-type: none"> Industrias de metales no ferrosos Producción de zinc 	
OBJETIVO:			
<ul style="list-style-type: none"> Recuperar las emisiones de zinc del sector siderúrgico de los hornos de arco eléctrico para proporcionar a las industrias de metales no ferrosos la producción de zinc. 			
FACTIBILIDAD TÉCNICA:		BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Escala Industrial. Requisitos técnicos altos. 		<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Muy bajos. SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altos. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> WAEELZ KILN SDHL con proceso de lavado de dos etapas. 		<ul style="list-style-type: none"> -40 toneladas de CO2 equivalente. 4.550 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA:			
<ul style="list-style-type: none"> N/A 			

5 ELEMENTO DE INTERÉS: SILICIO – ALUMINIO – CALCIO - HIERRO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Fabricación de aceros y fundición con oxígeno básico y fundición. 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Cemento. • Elaboración de materias primas
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar la escoria básica del horno de oxígeno y proporcionar silicio, calcio y alúmina para la preparación de materias primas de clínker y molienda de cemento. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala de laboratorio. • Requisitos técnicos bajos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy altos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altas
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Reducción y separación de óxido de hierro. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • -10 millones toneladas de CO2 equivalente. • 3.075 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • N/A. 	

6 ELEMENTO DE INTERÉS: ÁCIDO SULFÚRICO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Industrial de metales no ferrosos. • Ruta pirometalúrgica de fundición del cobre primario. 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Química inorgánica. • Proceso de sulfato.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar el ácido sulfúrico, como subproducto de la ruta de fundición primaria del cobre, y proporcionar el proceso de sulfato a las industrias químicas inorgánicas. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala Industrial. • Requisitos técnicos altos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Significativos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Medios.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Producción de Ácido Sulfúrico. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • -110 millones toneladas de CO2 equivalente. • 92,5 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de ácido sulfúrico húmedo 	

7	ELEMENTO DE INTERÉS: CAL	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Industrias alimentarias, bebidas y leche Remolacha azucarera 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Química inorgánica. Fabricación de carburo de calcio
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar la cal utilizada como elemento de limpieza en la producción de azúcar a partir de la remolacha en las industrias alimentaria y láctea, y proporcionarla a las industrias químicas inorgánicas que producen carburo de calcio. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Bajo desarrollo Datos no disponibles. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Medio. SOCIO-ECONÓMICOS: Medio.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Valorización de la cal para la producción de carburo de calcio. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> -44.000 toneladas de CO2 equivalente. 85,2 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> N/A 		

8	ELEMENTO DE INTERÉS: SAL	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Industrias de metales no ferrosos. Escoria de sal. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Química inorgánica. Producción de clorato de sodio.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar la sal de la escoria salina de metales no ferrosos y proporcionarla a industrias químicas inorgánicas que producen clorato de sodio. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos bajos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Significativos. SOCIO-ECONÓMICOS: Medio.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar solución salina del reciclado parcial de escoria de sal. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> -665.000 toneladas de CO2 equivalente. 72,1 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> Proceso de ácido sulfúrico húmedo. 		

9 ELEMENTO DE INTERÉS: PRODUCTOS REFRACTARIOS	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Acero. • Hornos de arco eléctrico en fabricación de acero y fundición 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Vidrio. • Fabricación de vidrio de contenedores sin sistema de reducción.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar y transportar escoria de horno básico de oxígeno como aporte de silicio, alúmina y calcio. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Bajo desarrollo. • Tecnología infra-desarrollada 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Significativos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Muy alto.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Extracción hidrometalúrgica. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • -336.000 toneladas de CO2 equivalente. • 676,9 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • Electrodeposición - Extracción con solventes 	

10 ELEMENTO DE INTERÉS: ESCORIAS.	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Acero. • Fabricación en altos hornos 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Vidrio. • Fabricación de fibra aislante.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar escoria de alto horno para el sector de vidrio para fabricación de fibra aislante. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala industrial. • Requisitos técnicos bajos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy altos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Bajo.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Valorización de escoria de acero para la producción de lana mineral. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • -2,8 millones de toneladas de CO2 equivalente. • 32,5 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • N/A 	

11	ELEMENTO DE INTERÉS: CALCIO.	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Industrias alimentarias, bebidas y leche. Remolacha azucarera 	<ul style="list-style-type: none"> Cemento. Preparación de materia prima. 	
OBJETIVO:		
<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la cal del proceso de producción de la remolacha azucarera para emplearla como materia prima de cemento. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA:	BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Requisitos técnicos bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Medio. SOCIO-ECONÓMICOS: Medio. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> Valorización de cal para la producción de cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> - 44.000 toneladas de CO2 equivalente. 85,2 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA:		
<ul style="list-style-type: none"> N/A 		

12	ELEMENTO DE INTERÉS: ARENA	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Industrias alimentarias, bebidas y leche. Almidón. 	<ul style="list-style-type: none"> Cemento. Preparación de materia prima. 	
OBJETIVO:		
<ul style="list-style-type: none"> Recuperar arena de las industrias de alimentos y bebidas y proporcionarla para la preparación de materia prima al sector del cemento. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA:	BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Potencial limitado 	<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Muy Bajo. SOCIO-ECONÓMICOS: Bajo. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> Valorización de arenas para la producción de hormigón. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1.000 toneladas de CO2 equivalente. 7.3 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA:		
<ul style="list-style-type: none"> N/A 		

13	ELEMENTO DE INTERÉS: HIERRO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Industrias de metales no ferrosos Producción de alúmina 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Cemento. Preparación de materia prima. 	
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar barro rojo, como subproducto de la producción de alúmina, y enviarlo al sector del cemento para la preparación de la materia prima del clínker. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Potencial limitado. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Bajo. SOCIO-ECONÓMICOS: Muy Alto. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Valorización de barro rojo para la producción de Clinker. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> - 4.000 toneladas de CO2 equivalente. 3.000 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> N/A 		

14	ELEMENTO DE INTERÉS: METALES FERROSOS	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Incineración de residuos Tratamiento térmico 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Acero. Plantas de peletización. 	
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar cenizas de fondo de incineración de residuos para suministrarlas a plantas de peletización en el sector siderúrgico. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Altos requisitos técnicos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Bajo. SOCIO-ECONÓMICOS: Medio 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Procesado de cenizas. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> - 3.000 toneladas de CO2 equivalente. 47.5 millones de euros de valor añadido. 	
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> Separación magnética. 		

15	ELEMENTO DE INTERÉS: BENZENO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Plantas de horno de cocción. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Química orgánica. • Fabricación de Etilbenceno.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar benceno de los hornos de cocción y proporcionarlo a los fabricantes de etilbenceno. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala industrial. • Altos requisitos técnicos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy Bajo. • SOCIO-ECONÓMICOS: Medio
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de horno de cocción de gas. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • - 55 toneladas de CO2 equivalente. • 46,2 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • Fregadora de aceite de lavado. 		

16	ELEMENTO DE INTERÉS: METALES NO FERROSOS	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Fabricación en altos hornos. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Industrias de metales no ferrosos. • Ruta pirometalúrgica secundaria de fundición de cobre.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar escoria de alto horno para proporcionar una ruta pirometalúrgica secundaria de fundición de cobre. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • No hay datos disponibles. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Bajos. • SOCIO-ECONÓMICOS: No medidos.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Valorización de escoria de altos hornos para fundición secundaria de cobre. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • - 55 toneladas de CO2 equivalente. • 46,2 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • Fregadora de aceite de lavado. 		

17 ELEMENTO DE INTERÉS: GAS DE HONO DE COCCIÓN	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Metalúrgico. • Plantas con hornos de cocción. 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Plantas de combustión. • Combustión de gases de proceso de hierro y acero
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar el gas del horno de cocción de los hornos de coque para proporcionarlo a plantas de combustión para la combustión de los gases de proceso del hierro y el acero. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala industrial. • Altos requisitos técnicos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Muy altos. • SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altos.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento del gas de hornos de cocción. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • - 12,2 millones de toneladas de CO2 equivalente. • 2.192 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • N/A 	

18 ELEMENTO DE INTERÉS: FINOS DE PIEDRA CALIZA.	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Química inorgánica. • Proceso Solvay. 	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> • Cemento. • Preparación de materia prima.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar finos de piedra caliza del proceso Solvay para suministro en la preparación de materia prima en industrias cementeras. 	
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Escala industrial. • Requisitos técnicos bajos. 	BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> • AMBIENTALES: Bajo. • SOCIO-ECONÓMICOS: Significativos.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Valorización de los finos de piedra caliza para producción de cemento. 	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> • - 12.000 toneladas de CO2 equivalente. • 221,1 millones de euros de valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> • N/A 	

19	ELEMENTO DE INTERÉS: ALUMINIO.	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Industrias de metales no ferrosos. Aluminio secundario. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Hierro y acero. Fabricación de acero con oxígeno básico.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Separar y luego recuperar el ácido y el polvo del filtro de polvo, como subproducto de la ruta de fundición primaria del aluminio, y suministro a la ruta para la fabricación de acero con oxígeno básico 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos altos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: No medido. SOCIO-ECONÓMICOS: No medido.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Extracción hidrometalúrgica. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> N/A
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> Intercambio de Lixiviación de ácido - iones 		

20	ELEMENTO DE INTERÉS: NUTRIENTES (NITRÓGENO – FÓSFORO- POTASIO – MAGNESIO – CALCIO).	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Empresas de tratamiento de aguas residuales. Proceso de tratamiento de agua potable. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Fertilizadoras.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar los lodos del tratamiento de aguas residuales y proporcionar a las empresas de fertilizantes los nutrientes recuperados. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Piloto industrial. Requisitos técnicos bajos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: No medido. SOCIO-ECONÓMICOS: No medido.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Producción de fertilizantes derivados de biosólidos. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> N/A
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> N/A 		

21	ELEMENTO DE INTERÉS: LEVADURA - NUTRIENTES	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Farmacéutico Proceso de fermentación 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Producción agroindustrial Alimentación del ganado
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Recuperar lechada de levadura de plantas farmacéuticas y proporcionar alimento para la cría de animales. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos bajos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: No medido. SOCIO-ECONÓMICOS: No medido
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Recuperación de levaduras del proceso de producción de fermentación de insulina 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> Aunque los datos de impacto no están disponibles, esta sinergia ya está en la práctica y puede replicarse fácilmente..
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> Centrifugación. 		

22	ELEMENTO DE INTERÉS: AGUA DE ENFRIAMIENTO	
SECTOR EMISOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Producción de papel y tablero de pulpa. Obtención de pulpa por medios mecánicos y químico-mecánicos. 		SECTOR RECEPTOR Y PROCESO: <ul style="list-style-type: none"> Fertilizadoras.
OBJETIVO: <ul style="list-style-type: none"> Reutilizar la producción de agua de enfriamiento de plantas de pulpa y papel para suministrar sistemas de enfriamiento a las industrias de fertilizantes. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos bajos. 		BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: No medido. SOCIO-ECONÓMICOS: Significativo.
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> Reusar el agua de enfriamiento. 		IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE): <ul style="list-style-type: none"> 342,7 millones de euros de Valor añadido.
TECNOLOGÍA: <ul style="list-style-type: none"> Separador de fase para recuperar el agua (estado líquido). 		

23	ELEMENTO DE INTERÉS: CALOR	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Varios. 	<ul style="list-style-type: none"> Varios. 	
OBJETIVO:		
<ul style="list-style-type: none"> Recuperación de calor y reusarlo directamente en otras empresas cercanas, áreas urbanas. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA:	BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Muy bajos. SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altos. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> Recuperación de calor residual. 	<ul style="list-style-type: none"> 5.855 millones de euros de Valor añadido. 	
TECNOLOGÍA:		
<ul style="list-style-type: none"> N/A 		

24	ELEMENTO DE INTERÉS: VAPOR.	
SECTOR EMISOR Y PROCESO:	SECTOR RECEPTOR Y PROCESO:	
<ul style="list-style-type: none"> Varios. 	<ul style="list-style-type: none"> Varios. 	
OBJETIVO:		
<ul style="list-style-type: none"> Recuperación de vapor y reusarlo directamente en otras empresas cercanas Para la producción de electricidad. 		
FACTIBILIDAD TÉCNICA:	BENEFICIOS:	
<ul style="list-style-type: none"> Escala industrial. Requisitos técnicos bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> AMBIENTALES: Muy bajos. SOCIO-ECONÓMICOS: Muy altos. 	
PROCEDIMIENTO DE VALORIZACIÓN:	IMPACTO POTENCIAL (A NIVEL DE LA UE):	
<ul style="list-style-type: none"> Distribución de vapor. Producción de electricidad por recuperación de vapor. 	<ul style="list-style-type: none"> 707, 4 millones de euros de Valor Añadido. 	
TECNOLOGÍA:		
<ul style="list-style-type: none"> N/A Generación de electricidad por turbina convencional 		

9.8 Anexo 8: Tabla-resumen de la estimación del potencial de mercado por sector, en la UE.

Sector prioritario del paquete CE	Tipo de residuo	Volumen del tipo de residuo	Tratamiento del residuo	Sector / industria de destino de residuos	Potencial de mercado y otros beneficios económicos (por ejemplo, ahorro de costes por reutilización) (€)
Plásticos	Embalajes, muebles, electrodomésticos, artículos eléctricos y electrónicos y productos agrícolas.	17 millones de toneladas	El 75% fue tratado. De residuos tratados: 80% recuperado 6% vertedero / eliminación 1% incineración / eliminación 14% incineración / recuperación de energía. 6,8 millones de toneladas sin tratar, sin recuperar.	<ul style="list-style-type: none"> • Sector de plásticos / embalajes • Industria de la construcción • Agricultura • Industria electrónica • Industria automotriz • Industria textil 	Si se recuperaran los aproximadamente 6,8 millones de toneladas (40%) de residuos plásticos incinerados, vertidos y sin tratar, esto podría suponer hasta 2.400 millones de euros al año y representaría una duplicación del mercado existente.

Sector prioritario del paquete CE	Tipo de residuo	Volumen del tipo de residuo	Tratamiento del residuo	Sector / industria de destino de residuos	Potencial de mercado y otros beneficios económicos (por ejemplo, ahorro de costes por reutilización) (€)
Desechos alimentarios	Residuos de alimentos vegetales y animales, es decir: lácteos, carne, legumbres y semillas, cereales, pan, arroz, verduras y frutas, procedentes de la producción primaria (de la agricultura), procesamiento (de la fabricación de alimentos), distribución (supermercados), consumo (hogares) .	77,4 millones de toneladas	El 80% fue tratado. De residuos tratados: 90% recuperado 3% vertedero / eliminación 1% incineración / eliminación 5% incineración / recuperación de energía. 21,2 millones de toneladas sin tratar, sin recuperar	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • Sector energético • Sector químico • Industria farmacéutica 	Los beneficios netos de 100-425 millones de euros anuales (2013-2020) resultarían de la introducción de la recogida selectiva obligatoria y el tratamiento biológico.
Materias primas críticas	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	9,5 millones de toneladas	3.3 Mt (35%) recolectadas para tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de productos electrónicos 	El potencial de mercado es de hasta 2.100 millones de euros según los niveles actuales de RAEE, y aumentará a 3700 millones de euros en el futuro.

Sector prioritario del paquete CE	Tipo de residuo	Volumen del tipo de residuo	Tratamiento del residuo	Sector / industria de destino de residuos	Potencial de mercado y otros beneficios económicos (por ejemplo, ahorro de costes por reutilización) (€)
	Aluminio	--	Tasas de reciclaje actuales:> 90% en construcción y automoción. > 60% de envases de alimentos Volúmenes para recuperación poco claros, probablemente bajos	<ul style="list-style-type: none"> • Industria de bebidas • Envasado de alimentos • Producción de metales 	La chatarra de aluminio podría representar un mercado adicional de entre 50 y 150 millones de euros al año.
Residuos de construcción y demolición (C&D)	Hormigón, Ladrillos, Tejas, Cerámica, Techos, Aislamiento, Madera, Alfombras, Tuberías de plástico, Orgánicos (por ejemplo, podas, ramas), Metales, Yeso, Vidrio, Residuos peligrosos, Varios.	297 millones de toneladas	El 94% fue tratado. De residuos tratados: 88% recuperado 12% vertedero / eliminación 0% incineración / eliminación 1% incineración / recuperación de energía. 51,3 millones de toneladas sin tratar, sin recuperar	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción • Fabricación de materiales de construcción de arcilla • Agricultura • Infraestructura - carreteras 	Mercado actual 800 millones de euros / año. Si el potencial de reciclaje se puede aumentar al 75% de lo producido, el mercado sería de 1.400 millones de euros al año.

Sector prioritario del paquete CE	Tipo de residuo	Volumen del tipo de residuo	Tratamiento del residuo	Sector / industria de destino de residuos	Potencial de mercado y otros beneficios económicos (por ejemplo, ahorro de costes por reutilización) (€)
Biomasa y productos biológicos	Ropa / textiles.	2,3 millones de toneladas	El 81% fue tratado. De residuos tratados: 83% recuperado 8% vertedero / eliminación 1% incineración / eliminación 8% incineración / recuperación de energía. 0,76 millones de toneladas sin tratar, no recuperadas	<ul style="list-style-type: none"> • Sector del plástico • Construcción • Industria textil • Industria del automóvil • Agricultura • Recuperación de energía • Industria del caucho • Industria de la energía • Ingeniería civil 	Un potencial de mercado estimado de hasta 270 M €
	Aceites usados. Incluyendo: Aceites vegetales	4,2 millones de toneladas	El 56% fue tratado. De residuos tratados: 86% recuperado 1% vertedero / eliminación 4% incineración / eliminación 10% incineración / recuperación de energía 2,2 millones de toneladas sin tratar, no recuperado	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de energía • Industria química 	El aceite de cocina usado como combustible un mercado por valor de hasta 1.600 millones de euros

Sector prioritario del paquete CE	Tipo de residuo	Volumen del tipo de residuo	Tratamiento del residuo	Sector / industria de destino de residuos	Potencial de mercado y otros beneficios económicos (por ejemplo, ahorro de costes por reutilización) (€)
Otros	Metales	21,4 millones de toneladas (escorias)	--	<ul style="list-style-type: none"> • Industria del cemento • Industria del vidrio • Industria de fundición • Industria petroquímica 	Escoria no reutilizada estimada en 140 millones de euros / año

Fuente: "Cooperation fostering industrial symbiosis: market potential, good practice and policy actions". Comisión Europea. 2018.

9.9 Anexo 9: Agentes de Castilla y León y sus capacidades.

Agentes y capacidades				
Organismos Públicos				
Nombre	Provincia	Capacidades	Área de especialización económica RIS3	Sector emergente Economía Circular CyL
Centro de Desarrollo de Energías Renovables (CEDER) perteneciente a Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	Soria	Aprovechamiento energético de la biomasa, referencia nacional y europea en energía minieólica.	Energía y medio ambiente industrial	Cogeneración y biomásas energéticas
Ente Público Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)	León	Desarrollo, unificación e integración, a nivel regional, todas las políticas aprobadas e instrumentalizadas en las distintas áreas energéticas.	Energía y medio ambiente industrial	Cogeneración y biomásas energéticas
Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN)	León	I+D+i relacionados con la energía y el medio ambiente.	Energía y medio ambiente industrial	Bioeconomía Descarbonización
Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León (FPNCYL)	Valladolid	Sostenibilidad ambiental, formación y educación ambiental, innovación en gestión del medio natural, soluciones basadas en la naturaleza, biodiversidad, cambio climático.	Turismo y patrimonio Medio Ambiente Industrial	
Fundación Universidades y Enseñanzas Superiores de Castilla y León (FUESCyL)	Valladolid	Transferencia de conocimiento Universidad-Empresa, fomento de patentes e investigación orientada al mercado de la Universidad de Castilla y León, así como la oferta tecnológica y científica de las Universidades de Castilla y León.	Turismo, Patrimonio y Lengua Española	
INNOLID (Agencia de Innovación del Ayuntamiento de Valladolid)	Valladolid	Promoción del emprendimiento, la economía circular, el turismo sostenible y la innovación.		
Instituto para la Competitividad Empresarial (ICE)	Valladolid	Promoción de la competitividad del sistema productivo de Castilla y León, favorecer y dar apoyo financiero a la estrategia empresarial de innovación, apoyo al emprendimiento.		Bioeconomía circular Reorganización industrial

Agentes y capacidades				
Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)	Valladolid	Promoción del desarrollo de la capacidad innovadora agraria y agroalimentaria de Castilla y León y garantizar que la inversión en sus actividades siga dando beneficios.	Agroalimentación	Bioeconomía circular Aprovechamiento de los subproductos agrarios
Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León (SIEMCALSA)	Valladolid	Especialización en estudio de nuevos materiales y minería sostenible.	Energía y medio ambiente industrial	Subproductos de construcción/minería
Sociedad Pública de Infraestructuras y Medio Ambiente de Castilla y León, S.A. (SOMACYL)	Valladolid	Gestión de la biomasa forestal y agraria, gestión forestal, gestión del ciclo del agua, gestión de residuos. Generación de energía renovable	Energía y medio ambiente industrial	biomasa/bioeconomía Gestión de residuos
Universidades				
Nombre	Provincia	Capacidades	Área de especialización económica RIS3	Sector emergente Economía Circular CyL
Escuela Politécnica Superior de Zamora	Zamora	Ingeniería de Materiales e Ingeniería Agroalimentaria.	Energía y medio ambiente industrial / Agroalimentación	
Grupo de Ingeniería Metabólica de la Universidad de Salamanca	Salamanca	Investigación metabólica y genómica	Energía y medio ambiente industrial/ Agroalimentación	Bioeconomía Circular
Grupo de Investigación de Compostaje de la Universidad de Burgos (UBUCOMP)	Burgos	Aplicación agronómica y medioambiental de los residuos orgánicos y los tratamientos biológicos de los residuos orgánicos.	Energía y medio ambiente industrial/ Agroalimentación	Aprovechamiento de los subproductos agrarios Gestión de residuos
Instituto de Bioeconomía de la Universidad de Valladolid	Valladolid	Procesos de alta presión, investigación sobre materiales y nanomateriales y sus aplicaciones, con especial atención a la alimentación, propiedades termodinámicas de fluidos de utilización industrial	Energía y medio ambiente industrial/ Agroalimentación	Reorganización industrial
Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad de la Universidad de León	León	Investigación, apoyo y asesoramiento científico y al desarrollo tecnológico en los campos relacionados con la protección del medio ambiente, nuevas tecnologías de aprovechamiento de los recursos naturales y los residuos, mejorar los procesos de depuración y conocimiento de la biodiversidad.	Turismo, patrimonio y lengua española	Bioeconomía circular

Agentes y capacidades				
Instituto de Procesos Sostenibles (IPS). Universidad de Valladolid	Valladolid	Mejora de procesos industriales mediante el desarrollo de tecnologías sostenibles y de herramientas de control y automatización.	Energía y medio ambiente industrial	Reorganización Industrial
International Research Center in Critical Raw Materials for Advanced Industrial Technologies (ICCRAM)	Burgos	Materiales críticos y tecnologías industriales avanzadas	Energía y medio ambiente industrial	Gestión de residuos
Centros Tecnológicos				
Nombre	Provincia	Capacidades	Área de especialización económica RIS3	Sector emergente Economía Circular CyL
Centro tecnológico de Miranda de Ebro (CTME)	Burgos	Análisis de ciclo de vida, ecodiseño, economía circular, bioeconomía y gestión ambiental	Energía y medio ambiente Industrial. Automoción	Bioeconomía circular Reorganización industrial
Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL)	Burgos	Electrónica e inteligencia artificial, simulación y realidad virtual, sistemas y modelos energéticos	Automoción. Salud Energía y medio ambiente industrial	Reorganización industrial
Centro Internacional de Materiales Avanzados y Materias Primas de Castilla y León (ICAMCyL)	León	Materiales avanzados, ingeniería, minería y procesado de materias primas.	Energía y medio ambiente industrial	Bioeconomía circular Gestión de residuos
Instituto de Biotecnología de León (INBIOTEC)	León	Desarrollo biotecnológico relacionado con la transformación de materias primas de origen vegetal en productos de alto valor añadido. Análisis químico y de toxicología, biotecnología microbiana.	Salud y calidad de vida Medio Ambiente industrial	Bioeconomía circular Subproductos agrarios
Centro tecnológico de Cereales de Castilla y León (CETECE)	Palencia	Procesos y calidad en la industria alimentaria, desarrollo de alimentos funcionales, ciclo de vida de los alimentos, mejora de los productos alimentarios y desarrollo de alimentos novedosos	Agroalimentación	Bioeconomía circular Subproductos agrarios
Instituto Tecnológico Agrario y Alimentario (ITAGRA)	Palencia	Laboratorios de analítica para la actividad agraria y alimentaria. Análisis de suelos, fertilizantes, aguas y otros productos agrícolas.	Agroalimentación	Bioeconomía circular Subproductos agrarios

Agentes y capacidades				
Centro de Automatización, Robótica y Tecnologías de la Información y la Fabricación (CARTIF)	Valladolid	Fabricación eficiente y la transición hacia la fábrica del futuro; eficiencia energética, energías renovables, bioenergías y captura de CO2; edificios y ciudades inteligentes, conservación y mantenimiento de infraestructuras; bioproductos y compuestos de valor añadido agroalimentario; tecnologías de la salud.	Agroalimentación. Salud. Energía y medio ambiente industrial	Bioeconomía circular Gestión de residuos
Fundación para la Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía (CIDAUT)	Valladolid	Materiales, movilidad sostenible, combustibles alternativos, biomasa, construcción sostenible, infraestructura vial, tecnologías del hidrógeno.	Automoción y aeronáutica Energía y medio ambiente industrial	Gestión de residuos Reorganización industrial Biomasa/cogeneración
Instituto de la Construcción de Castilla y León (ICCL)	Burgos	Ecodiseño en la construcción, aspectos técnicos que intervienen en el proceso de construcción de una obra, ya sea Civil, de Edificación o de Rehabilitación. Eficiencia energética de edificios.	Energía y medio ambiente industrial Hábitat	Subproductos de la construcción
Fundación CESEFOR		Gestión forestal sostenible, tecnología de la madera y la construcción, valorización de productos forestales maderables y no maderables, biomasa forestal, certificación forestal y de huella de carbono	Turismo y Patrimonio Natural Energía y Medio Ambiente industrial	Bioeconomía circular biomasa/cogeneración
Agrupaciones Empresariales Innovadoras y Asociaciones				
Nombre	Provincia	Capacidades	Área de especialización económica RIS3	Sector emergente Economía Circular CyL
Agrupación de Empresas Innovadoras de Construcción Eficiente (AEICE)	Valladolid	Construcción y edificación sostenibles, ingeniería ambiental, turismo inteligente y circular, ecodiseño	Hábitat. Turismo y patrimonio. Energía y Medio Ambiente industrial	Subproductos de la construcción. Reorganización industrial/empresarial
Asociación de la Industria Alimentaria de Castilla y León (VITARTIS)	Valladolid	En el ámbito de la industria agroalimentaria: Industria 4.0, prevención de desperdicio alimentario, bioeconomía, vigilancia tecnológica	Agroalimentación	Bioeconomía circular Subproductos agroalimentarios
Asociación española de valorización energética de la Biomasa (AVEBIOM)	Valladolid	Aprovechamiento energético de la biomasa, gestión forestal sostenible	Energía y medio ambiente industrial	Descarbonización (biomasa energética)
Clúster de energías renovables y soluciones energéticas (CYLSOLAR)	Valladolid	Energías renovables y soluciones energéticas, digitalización del consumo energético integral, riego fotovoltaico, valorización de residuos.	Energía y medio ambiente industrial	Descarbonización energética

Agentes y capacidades				
Foro de Automoción de Castilla y León (FACYL)	Valladolid	Optimización de procesos y uso de recursos en el sector de automoción, nuevos materiales más ligeros y eficientes, reciclabilidad de productos.	Automoción, componentes y equipos	

Fuente: “Estudio del Ecosistema de economía circular y del metabolismo económico de Castilla y León”. Proyecto INTERREG España-Portugal. CIRCULAR LABs 0495_CIRCULAR_LABS_6_E. Patrimonio Natural de Castilla y León - Junta de Castilla y León. 2018

cecale

NOS
IMPULSA



**Junta de
Castilla y León**