

GUÍA PARA LAS AUTORIDADES PÚBLICAS SOBRE LA COSTRUCIÓN SOSTENIBLE

Una perspectiva
de economía circular

Reconocimiento:

Queremos agradecer a Marion Courtois y Fiona Craddock por la aportación de contenido, Francesc Rufé Sola ([Agència de Residus de Catalunya](#)), Liesbet Van Cauwenberghe ([TRACIMAT](#)), Chris Holcroft ([Glass Technology Services](#)) por su contribución en la revisión del informe, y a todo el Consorcio [FISSAC](#).

Las opiniones expresadas en el presente informe son únicamente las de ACR+.

Derechos de autor: Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de ninguna forma o por ningún medio electrónico o mecánico, incluyendo sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso escrito de ACR+. Solo se hace una excepción con un revisor, que puede citar breves extractos en una reseña.

Autor: Paolo Marengo

Corrección: Françoise Bonnet y Jean-Benoît Bel

Diseño: Serena Lisai

Foto de la portada: Unsplash

Director de redacción:

Françoise Bonnet - ACR+

Avenue d'Auderghem, 63

B-1040 Bruselas

www.acrplus.org

©ACR+, Bruselas, diciembre de 2019



El presente documento tiene por objeto difundir la metodología del [proyecto H2020 FISSAC](#) dirigido a las autoridades locales y regionales (ALR) que desempeñan un papel fundamental apoyando el establecimiento de la simbiosis industrial.

La cadena de valor de la construcción se caracteriza por una gran variedad de partes interesadas: la exploración de la simbiosis industrial en ese sector representa un desafío inspirador al que el consorcio H2020 FISSAC se ha enfrentado desde septiembre de 2015, cuando se puso en marcha oficialmente el proyecto. La simbiosis industrial puede contribuir sin duda alguna a convertir el sector de la construcción en un sistema sostenible.

Un agradecimiento especial a todo el consorcio del A continuación, encontrará la lista de los socios:

- Acciona Construcción S.A. – Coordinador (España)
- Association of Cities and Regions for sustainable Resource management (Bélgica)
- AKG Gazbeton İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Turquía)
- Befesa Salzschlacke GmbH (Alemania)
- British Glass Manufacturers Confederation Limited (Reino Unido)
- RISE Research Institutes of Sweden (Suecia)
- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)
- RINA S.p.A. (Italia)
- Ecodek® Specialist Building Products Ltd. (Reino Unido)
- Ekodenge Mühendislik Mimarlık Danışmanlık Ticaret Anonim Şirketi (Turquía)
- Fénix TNT s.r.o. (República Checa)
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (Italia)
- Fundación Agustín de Betancourt (España)
- Geonardo Environmental Technologies Ltd. (Hungría)
- Glass Technology Services Ltd. (Reino Unido)
- Hifab AB (Suecia)
- Keraben Grupo S.A. (España)
- Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (Bélgica)
- SÍMBIOSY , Simbiosi Industrial S.L. (España)
- Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği – TÇMB (Turquía)
- Fundación Tecnalia Research & Innovation (España)
- Ingenieurbüro Trinius GmbH (Alemania)
- Asociación Española de Normalización (España)

Más información sobre el proyecto FISSAC: <http://fissacproject.eu/en/>

El proyecto FISSAC ha recibido financiación del programa de investigación e innovación H2020 de la Unión Europea en virtud del Acuerdo de subvención N° 642154.

Siglas

ACV	Análisis de ciclo de vida
ALR	Autoridades locales y regionales
BIM	Modelado de información de construcción
C2C	De la cuna a la cuna
CEMA	Curso en Línea Masivo Abierto
CO2	Dióxido de carbon
CPE	Contratación pública ecológica
CyD	Construcción y demolición
DSS	Sistemas de soporte a las decisions
EOCD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
EoW	Fin de condición de residuo
ETV	Verificación de la tecnología ambiental
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
I+D	Investigación y desarrollo
IE	Instrumento económico
MS	Estados miembros
NACE	Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea
PIB	Producto Interior Bruto
PREC	Plan regional de Bruselas para la economía circular
PYME	Pequeña y mediana empresa
RCD	Residuos de construcción y demolición
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
UE	Unión Europea

Índice

Siglas	4
Resumen ejecutivo	6
Parte 1 - Explicación de la construcción sostenible	7
1. Contexto	8
1.1 Consumo de recursos en el sector de la construcción	8
1.2 Competitividad en el sector de la construcción	9
1.3 Producción de residuos en el sector de la construcción	10
2. Construcción sostenible: ¿qué significa?	15
2.1 Situación de la construcción sostenible en la UE	17
3. Principios de construcción sostenible en la perspectiva de una economía circular	20
3.1 Preservación de los recursos	22
3.2 Jerarquía territorial	26
3.3 Gobierno compartido	27
Parte 2 - La construcción sostenible en la práctica	29
4. Estrategias y temas transversales	29
4.1 Argumentos para desarrollar una estrategia de construcción sostenible	30
4.2 Desarrollo del conocimiento, comunicación y educación	34
4.2.1 Análisis territorial	34
4.2.2 Comunicación y educación	38
4.3 Participación de las partes interesadas y construcción conjunta	40
4.4 Investigación e innovación	44
4.5 Apoyo a empresas	48
4.6 Incentivos financieros	50
4.7 Política y reglamento	54
4.7.1 Permisos y licencias de demolición y renovación	56
4.7.2 Planes de evaluación y rendimiento	59
4.8 Adquisiciones y desarrollo del mercado	59
5. Intervención en la cadena de valor y la vida útil del edificio	62
5.1 Fase de ideas: diseño circular	62
5.2 Fase de fabricación: cómo la industria suministra productos	63
5.3 Fase de construcción: tomando forma	65
5.4 Uso y renovación: conservación del valor	66
5.5 Fin de la vida útil : pensamiento circular	67
Conclusión	68
Bibliografía	69



Resumen ejecutivo

El sector de la construcción representa una amplia gama de procesos, recursos, infraestructuras, edificios, productos, servicios, cultura, artes, comunidades, etc. Su importancia para nuestra sociedad es enorme e influye significativamente en la forma en que vivimos.

Desempeña un papel importante en la economía europea, generando casi el 10% del PIB, produciendo 18 millones de empleos y, además, es uno de los sectores que requiere más recursos. Representa aproximadamente la mitad de todos los materiales extraídos, la mitad del consumo de energía, un tercio del consumo de agua y el 40% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo de convertir un sector estratégico de este tipo en un sistema sostenible es un desafío inspirador. Los principios de la economía circular pueden desempeñar un papel importante en esta transición. La bibliografía actual sobre la construcción sostenible cubre la eficiencia energética de manera extensa y a menudo exclusiva. En estas directrices, se hace hincapié en la circularidad y en la eficiencia de los recursos materiales. Los aspectos sociales y culturales también son indispensables para diseñar y aplicar soluciones eficaces para los ciudadanos, logrando la inclusión y la cohesión económica. La economía circular sólo puede facilitar el proceso si se integra en otras dimensiones (social, desarrollo local, salud y seguridad, etc.). De lo contrario, la circularidad de los recursos como objetivo autónomo podría generar consecuencias negativas (por ejemplo, baja aceptación social, deficiente seguridad y calidad de los materiales reutilizados o reciclados). Los ciudadanos y las empresas confían en los procesos circulares si se les proporciona una regulación, comunicación, transparencia e instrumentos políticos adecuados para aplicar eficazmente las nuevas soluciones. Las autoridades locales y regionales trabajan cerca de los ciudadanos y pueden desempeñar un papel enorme para generar impactos concretos y duraderos.

El presente estudio tiene por objeto describir algunos instrumentos pertinentes que las ALR pueden aplicar para poner en marcha, hacer duraderos y reproducir procesos de economía circular sostenibles en el sector de la construcción. El documento se divide en dos partes principales. La primera hace referencia a una visión de conjunto de lo que representa el sector de la construcción sostenible, partiendo de la situación actual y pasando por los principios de la economía circular. La segunda parte presenta enfoques, principios y ejemplos. El recorrido parte del análisis del territorio para identificar las prioridades y los objetivos. Más adelante, se centra en la comunicación y la educación, que representan factores clave para implicar a los ciudadanos, los líderes y los profesionales. La investigación y la innovación, el apoyo a las empresas, los incentivos financieros, la política y la reglamentación, la contratación pública son otros instrumentos que deben tenerse en cuenta a la hora de buscar la sostenibilidad. Sin embargo, esta lista no es exhaustiva y debe mantenerse abierto el debate público para elaborar esas estrategias. Los recuadros con buenas prácticas y experiencias sobre temas específicos convierten la narración en ejemplos concretos.

Estas directrices complementan las publicaciones anteriores de ACR+ y contienen varias referencias de otros estudios e investigaciones.

Parte 1 - Explicación de la construcción sostenible



Figura 1: Concepto de desarrollo sostenible

En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social de 2005 se identificaron objetivos de desarrollo sostenible, como el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente.

Dado que el sector de la construcción es también una expresión del patrimonio local, cabe mencionar el cuarto pilar de la sostenibilidad, introducido por la Agenda 21 de la cultura.

Los arquitectos, diseñadores, sociólogos y planificadores urbanos no pueden trabajar en el sector de la construcción sin tener en cuenta las cuestiones culturales.

La cultura, en este sentido, podría ser el motor usado para desarrollar y aplicar nuevos conceptos de construcción, basándose en la sostenibilidad.

El sector de la construcción incluye una amplia gama de actividades; este documento hace referencia principalmente a la planificación urbana, el diseño, la construcción (demolición/deconstrucción) de edificios e infraestructura civil, así como a la gestión de residuos.

El sector de la construcción tiene que hacer frente a muchos desafíos, como la eficiencia energética, la mitigación del cambio climático y la adaptación a éste, la eficiencia en el uso de los recursos, el empleo y las cuestiones demográficas.

La competitividad de las empresas de construcción es una cuestión importante no sólo para el crecimiento y el empleo en general, sino también para garantizar la sostenibilidad del sector.

El sector podría contribuir significativamente a la creación de empleo aumentando su actividad en algunas esferas muy prometedoras, como la renovación de edificios e infraestructuras mediante políticas adecuadas para promover la demanda pero también para fomentar la inversión. Así pues, el sector de la construcción desempeña un papel importante en la aplicación de la Estrategia Europa 2020 sobre el crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

1. Contexto

1.1 Consumo de recursos en el sector de la construcción

El sector de la construcción es uno de los sectores que más recursos requiere en Europa¹. Representa aproximadamente la mitad de todos los materiales extraídos, la mitad del consumo de energía, un tercio del consumo de agua² y el 40% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (Comisión Europea, 2019).



El consumo de minerales no metálicos varía más entre los países, desde unas 2 toneladas per cápita hasta más de 15 toneladas per cápita. Las diferencias entre los países se ven influidas, entre otras cosas, por los niveles de actividades de construcción (inversiones), las densidades de población y el tamaño de las infraestructuras como, por ejemplo, las redes de carreteras (Eurostat, 2017).

Las cifras mundiales son aún más significativas: según la OCDE (OCDE, 2018), se prevé que el uso mundial de materiales se duplique con creces, pasando de 79 Gt en 2011 a 167 Gt en 2060, y que los minerales no metálicos, como la arena, la grava y la piedra caliza, representen más de la mitad del uso total de

materiales. En cuanto a la intensidad de materiales por dólar producido por sector, el sector de la construcción es el más intensivo, como se muestra en la figura 2³. Se espera que la economía circular contribuya significativamente a reducir la intensidad material del sector de la construcción en 2060, gracias a estrategias, planes de acción y desarrollos tecnológicos adecuados.

Por lo que respecta a las políticas, la desvinculación del uso de materiales del PIB se ha convertido en un indicador sustitutivo eficaz, tanto para establecer objetivos como para supervisar los progresos. La elaboración de planes locales hacia pautas de construcción sostenibles y la aplicación de las medidas previstas pueden marcar definitivamente la diferencia.

¹ Ecorys calculó que la UE-27 consumió entre 1.200 y 1.800 millones de toneladas de materiales de construcción al año para edificios nuevos y renovaciones entre 2003 y 2011.

² [Política medioambiental e industrial: vivir y trabajar en edificios mejores](#), Comisión Europea, 2 de julio de 2014.

³ Fuente: [Indicadores de energía, transporte y medio ambiente](#) - Eurostat, 2017.

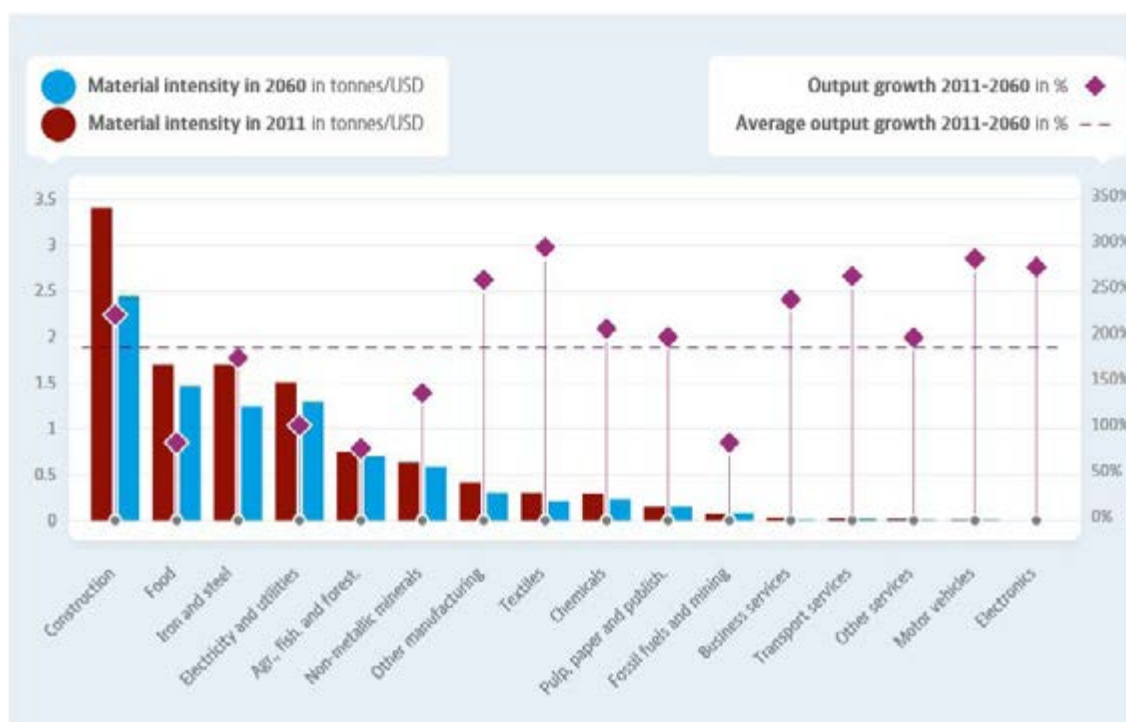


Figura 2: Intensidad material global por sector en 2011 y 2060. Perspectivas según la OCDE, 2018

1.2 Competitividad en el sector de la construcción

El sector de la construcción desempeña un papel importante en la economía europea. Genera casi el 10% del PIB y produce 18 millones de empleos directos, principalmente en microempresas y pequeñas empresas (COM/2012/0433).



Dado que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) suelen operar en el sector de la construcción principalmente a nivel local, las ALR son los principales organismos públicos de referencia que tienen la responsabilidad de diseñar estrategias y la capacidad jurídica de establecer las normas. El establecimiento de marcos jurídicos claros, la aplicación de instrumentos técnicos y la elaboración de instrumentos de política local son elementos clave para apoyar a las PYMES en su camino hacia la sostenibilidad. Las PYMES son la columna vertebral de la economía europea. Representan

el 99% de todas las empresas de la UE. En los últimos cinco años, han creado alrededor del 85% de los nuevos puestos de trabajo y han generado dos tercios del empleo total del sector privado en la UE. Por lo tanto, la competitividad de las empresas de construcción es una cuestión importante no sólo para el crecimiento y el empleo en general, sino también para garantizar la sostenibilidad del sector.

1.3 Producción de residuos en el sector de la construcción

La producción total de residuos en la UE representa aproximadamente 5 t/cap (Figura 3). Las actividades de construcción y demolición (CyD) generan una gran cantidad de residuos, contribuyendo al 36,4% (en peso) del total de residuos generados en la UE en 2016 con 923 millones de toneladas, como se muestra en la Figura 2 (Eurostat, 2017).

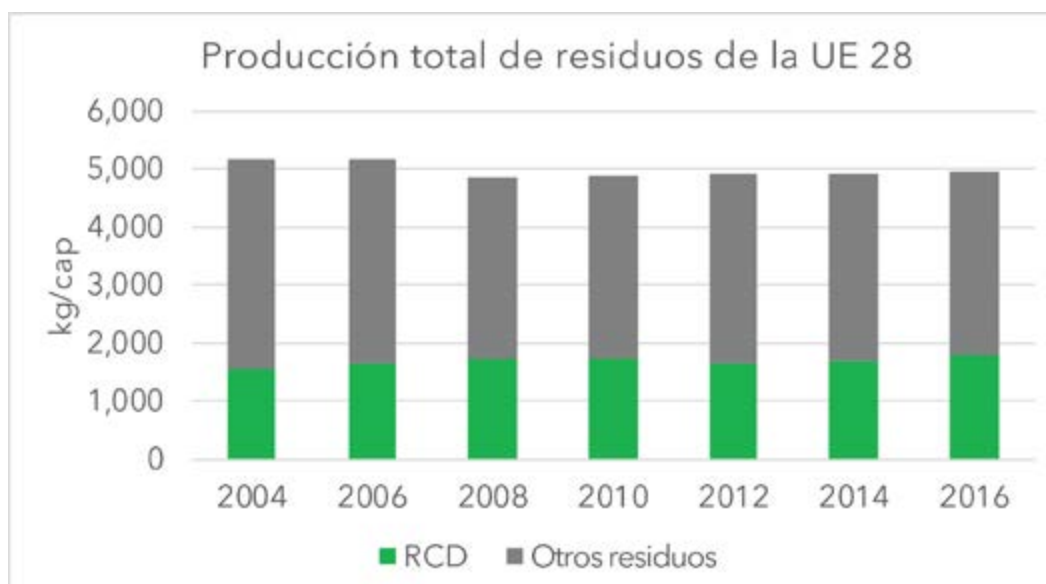


Figura 3: Producción total de residuos en la UE 28 (valores per cápita). Fuente: Base de datos de Eurostat, consultada en agosto de 2019. Elaboración: ACR+

La definición de los residuos de construcción y demolición (RCD) es clave para determinar el alcance y medir los efectos de las medidas adoptadas para que el sector sea sostenible y eficiente en función de los recursos. Según la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018 (por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE), la definición de residuos de construcción y demolición hace referencia a los residuos que resultan de las actividades de construcción y demolición de manera general: obras de construcción privada de los sectores residencial, escolar, hospitalario, comercial, industrial, obras públicas, incluida la planificación y el mantenimiento de carreteras, por citar algunos ejemplos. También incluye los residuos resultantes de actividades menores de construcción y demolición por cuenta propia dentro de los hogares privados. Los residuos de la construcción y la demolición deben entenderse como aquellos que corresponden a los tipos de residuos incluidos en el capítulo 17 de la lista de residuos establecida por la Decisión 2014/955/UE en la versión vigente el 4 de julio de 2018.

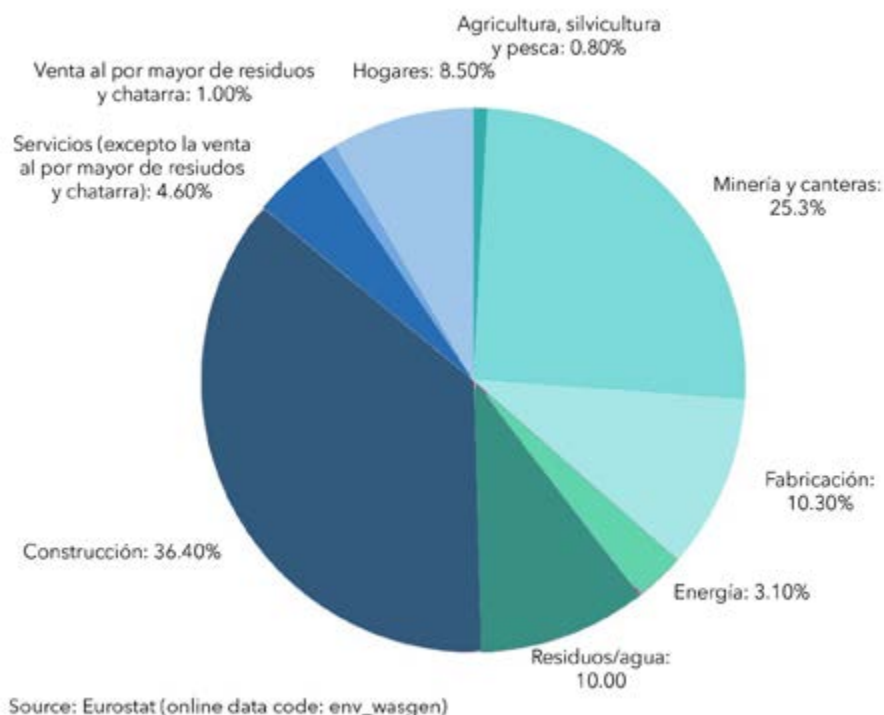


Figura 4: Generación de residuos por actividades económicas y hogares (% en peso)
(EU-28, 2016)



Las infraestructuras públicas han desarrollado ampliamente el uso de agregados reciclados, pero el sector de la construcción se está quedando atrás. Se enfrenta a grandes problemas, sobre todo debido a la diversidad de obras y de materiales implicados (Deloitte, 2017).

La figura 3 muestra la diversidad de los RCD por actividad - esto da una visión general de los materiales involucrados y que deben tratarse. Sin embargo, es importante recordar que hay otros recursos en juego, como pueden ser los combustibles fósiles, que se utilizan, por ejemplo, para el transporte.

Los diversos materiales utilizados también se reflejan en los residuos: tierra excavada, hormigón, ladrillos, vidrio, madera, metales, yeso, plástico, disolventes y sustancias peligrosas como el amianto. Casi tres cuartas partes del total de los residuos de la UE son residuos minerales y solidificados, en su mayoría relacionados con actividades de minería y canteras y con actividades de CyD.



Figura 5: Diversidad de los RCD por actividad (Comisión Europea, 2017)

La distribución porcentual de los RCD en la UE-28 se visualiza en la figura 6⁴. El plazo comienza a partir de 2010, para maximizar la coherencia de los datos (algunas categorías de informes han cambiado a partir de 2010⁵). El enorme volumen en cuestión pone en primer plano el flujo de residuos más allá de los residuos municipales, como los RCD, como áreas clave para adoptar medidas políticas a nivel local. Además, el análisis de los RCD destaca las posibilidades de mejorar la eficiencia de los recursos en el sector de la construcción en su conjunto.

4 Elaboración de ACR+ en la base de datos de Eurostat, consultada en agosto de 2019.

5 Fuente: Base de datos de Eurostat (consultada en agosto de 2019). W12_X_127NH - Residuos minerales (excepto los lodos de drenaje no peligrosos, válido hasta 2008), W12A - Residuos minerales (excepto los residuos de combustión, suelos y lodos de drenaje contaminados) (W121+W122+W123+W125+W126, válido hasta 2008), W126_127 - Suelos y lodos de drenaje (W126+W127, válido hasta 2008), W13 - Residuos solidificados, estabilizados o vitrificados (válido hasta 2008)

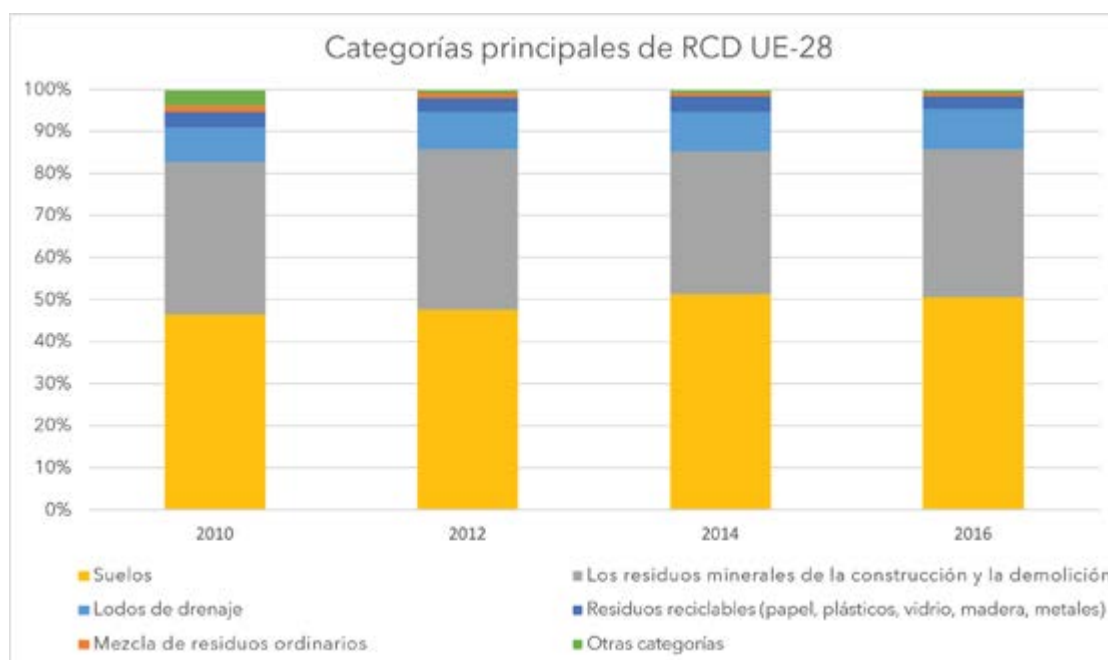


Figura 6; Principales categorías de RCD de la base de datos de Eurostat (UE 28)

La Directiva Marco sobre Residuos de 2008 establece un objetivo vinculante para que los Estados miembros se preparen para reutilizar, reciclar y recuperar el 70% de los RCD no peligrosos para 2020. La proporción de los residuos peligrosos en el flujo total de RCD mostró una tendencia de crecimiento hasta 2008, seguida de una caída bastante estable por debajo del valor del 2% (Figura 7).

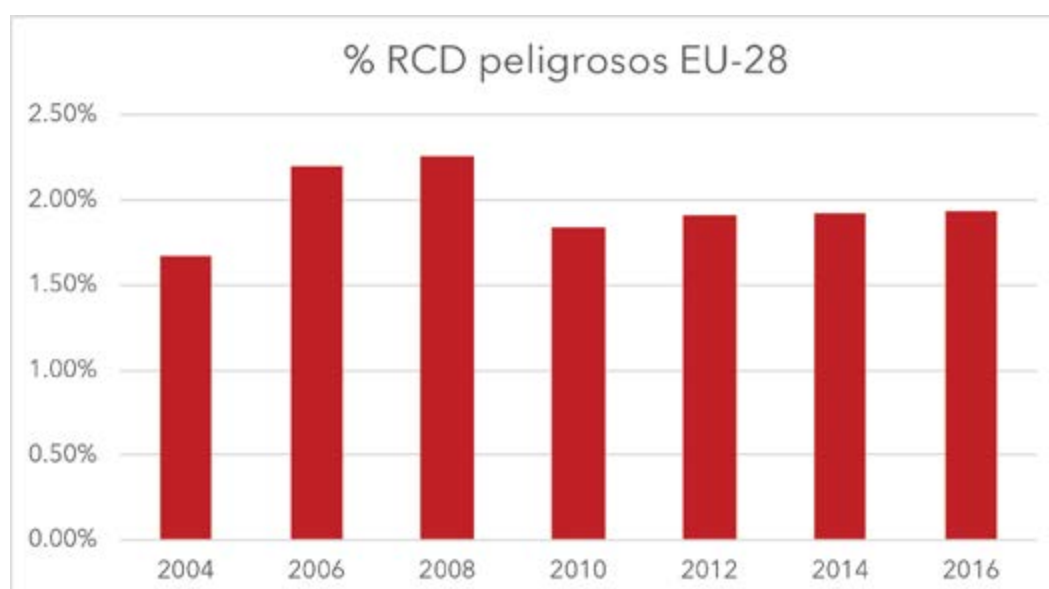


Figura 7: Proporción de residuos peligrosos en los RCD de la UE: Fuente: Base de datos de Eurostat, consultada en agosto de 2019.

Para avanzar hacia la eficiencia de los recursos en el sector, la DIRECTIVA (UE) 2018/851 (que modifica la DMA de 2008), incluye un nuevo requisito, en el que se pide a la Comisión que considere la posibilidad de establecer objetivos de preparación para la reutilización y el reciclado de los residuos de la construcción y la demolición y sus fracciones específicas de material para el 31 de diciembre

de 2024. Además, se ha introducido una nueva definición de relleno, para aclarar que se refiere a toda operación de recuperación de residuos no peligrosos adecuados para fines de recuperación en zonas excavadas o para fines de ingeniería en el paisajismo. Los residuos utilizados para el relleno deben limitarse a la cantidad estrictamente necesaria para lograr esos fines.

Muchos materiales consumidos por la industria de la construcción pueden ser reutilizados o reciclados. En particular, existe un gran mercado para los agregados derivados de los RCD en carreteras, drenajes y otros proyectos de construcción. Sin embargo, a pesar del potencial de recuperación, las tasas varían ampliamente en toda la UE. Aunque se han establecido varios Estados miembros para lograr el objetivo, el potencial de reciclaje está infrutilizado. En la figura 8 se muestra una visión de conjunto de las rutas de tratamiento de los RCD en los 28 Estados miembros. El gráfico se basa en los datos de Eurostat de 2012, que deben utilizarse con cautela debido a las discrepancias en la información estadística entre los países. El estado del relleno es una de las principales cuestiones que deben comprobarse en los Estados miembros de la Unión Europea para que las cifras sean comparables de manera coherente.

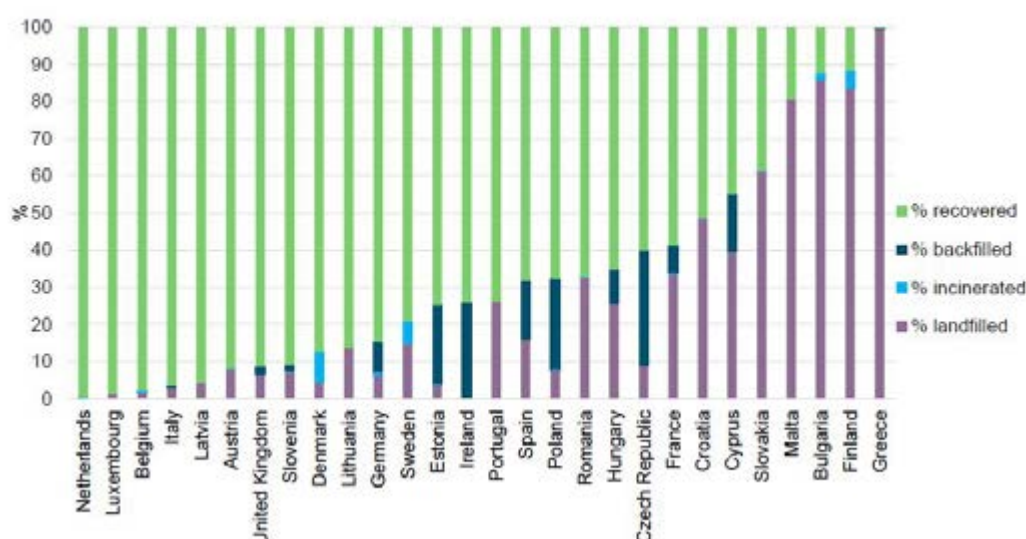


Figura 8 - Resumen de la gestión de los RCD para la UE-28 en 2012 (Comisión Europea, 2017)

2. Construcción sostenible: ¿qué significa?

Hay varias etapas en la vida de un edificio, el diseño y la fabricación de productos, seguidas de la construcción, la ocupación, el mantenimiento y la renovación, la reutilización y, por último, la deconstrucción/desmontaje/demolición. Cada paso tiene impactos directos e indirectos en el medio ambiente, a través del uso del agua, la energía y las materias primas, la generación de residuos o las emisiones atmosféricas potencialmente dañinas.

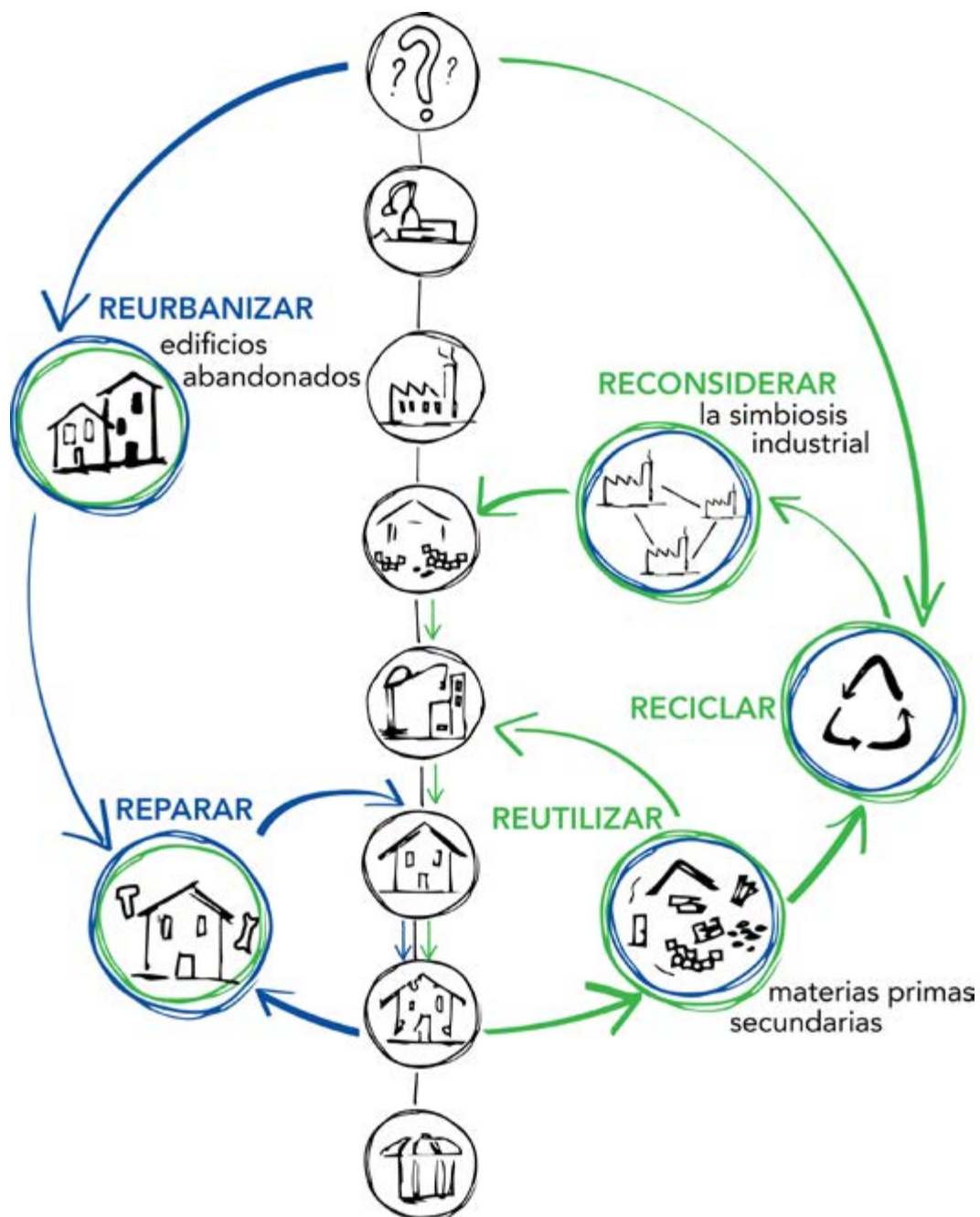


Figura 9: Concepto de construcción sostenible

No existe una definición universal aceptada para la construcción sostenible. Por el contrario, las interpretaciones abundan, así como los términos utilizados: construcción ecológica, edificios sostenibles, aunque estas palabras se utilizan a menudo de manera intercambiable. La sostenibilidad puede incluir la preservación del medio ambiente, el uso eficiente de los recursos, pero también el progreso social, la prosperidad económica y la erradicación de la pobreza. En el centro de la sostenibilidad se encuentra el concepto de **durabilidad y reducción de los impactos**: sólo asegurando la preservación de nuestro medio ambiente podemos dejar la Tierra en el mismo estado o mejorarlo para las generaciones futuras. Por lo tanto, tiene sentido que la aplicación de este concepto al sector de la construcción abarque un amplio espectro. El aspecto de la preservación del patrimonio cultural es parte del problema: una distinción entre las diferentes categorías de edificios (nuevos/antiguos/preservados) podría ayudar a encontrar objetivos efectivos hacia la sostenibilidad en su conjunto.

Hasta hace poco, cuando se consideraban los edificios en su conjunto, el principal foco de atención de las políticas era la eficiencia energética. En cuanto a los recursos materiales, la atención se centraba principalmente en los residuos al final de la vida útil. Pero la circularidad y la eficiencia de los recursos han cobrado impulso, y el sector de la construcción no es una excepción. Combina un enfoque integrado y multicriterio y equilibra el bienestar social, el impacto ambiental, los resultados económicos de los edificios y los aspectos del patrimonio cultural.

Enfoque holístico de la construcción sostenible

En este contexto, la **construcción sostenible hace referencia al enfoque holístico** de los procesos de diseño, construcción, funcionamiento y ocupación, mantenimiento, renovación y demolición de estructuras, todos los cuales son ambientalmente responsables y eficientes en cuanto a los recursos a lo largo del ciclo de vida de un edificio, limitando los impactos ambientales y asegurando una eficiencia óptima al tiempo que se crea un alto nivel de calidad de vida para sus ocupantes.

Pueden seguirse diferentes enfoques según el contexto socioeconómico local: en algunos países se da prioridad al uso de los recursos (energía, materiales, agua y uso de la tierra), mientras que en otros la inclusión social y la cohesión económica son los factores más determinantes (Grupo de Trabajo de la CE dedicado a la construcción sostenible, 2007:4).

Como resultado, los edificios sostenibles utilizan menos energía y materiales, y producen menos emisiones nocivas. Su ubicación se considera minuciosamente desde el principio. Ofrecen espacios más saludables y confortables para los ocupantes. Además de su reducido impacto ambiental, ofrecen un rendimiento a largo plazo de las inversiones, ya que son más baratos de gestionar y duran más, lo que los convierte en propiedades más valiosas. Pueden cambiar de finalidad y pueden ser

deconstruidos. En cualquier etapa de su vida, se puede acceder fácilmente a toda la información relativa a los materiales que contienen. Y al final, cuando un material ya no se necesita, se reutiliza en otro lugar siempre que sea posible, o es reciclado por otra industria.

Por supuesto, hay un margen de diferencia entre la teoría y la práctica, pero estos serían los ideales hacia los que avanza la construcción sostenible. El contexto sociocultural-económico local puede abordar diferentes soluciones y acciones, pero la sostenibilidad general en el sector de la construcción debe ponerse como una prioridad estratégica.

Nube de palabras

La construcción **sostenible incluye una nube de palabras:** rendimiento de los materiales, eficiencia de los recursos, eficiencia energética, eficiencia económica, rendimiento medioambiental, responsabilidad social, calidad arquitectónica, innovación técnica, transferibilidad, flexibilidad de uso, función y cambio, norma ética, inclusión social, supervisión, difusión, construcción ecológica, construcción sostenible, ambientalmente responsable, eficiencia de los recursos, pensamiento de ciclo de vida, ecodiseño, renovación, mantenimiento, funcionamiento, deconstrucción, simbiosis industrial, BIM, etc.

2.1 Situación de la construcción sostenible en la UE

En el plano europeo, el entorno construido es objeto de diversas políticas e instrumentos. La sostenibilidad en el sector de la construcción suele interpretarse espontáneamente desde el punto de vista de la eficiencia energética, que está bien cubierta por la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios y la Directiva sobre la eficiencia energética. En virtud de la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios (2010/31/UE), todos los Estados miembros de la UE han establecido sistemas de control independientes para los certificados de rendimiento energético y los informes de inspección de los sistemas de calefacción y refrigeración. Estos certificados deben incluirse en todos los anuncios cuando un edificio se pone en venta o alquiler. Por lo tanto, los habitantes generalmente tienen una buena indicación del rendimiento energético de su hogar. Pero el conocimiento del nivel de sostenibilidad de una casa a menudo termina allí. Sin embargo, la visión más amplia en lo referente a la UE ahora abarca la eficiencia de los recursos. El siguiente gráfico muestra la progresión de las políticas e instrumentos de eficiencia de recursos de la UE relevantes en el sector de la construcción.

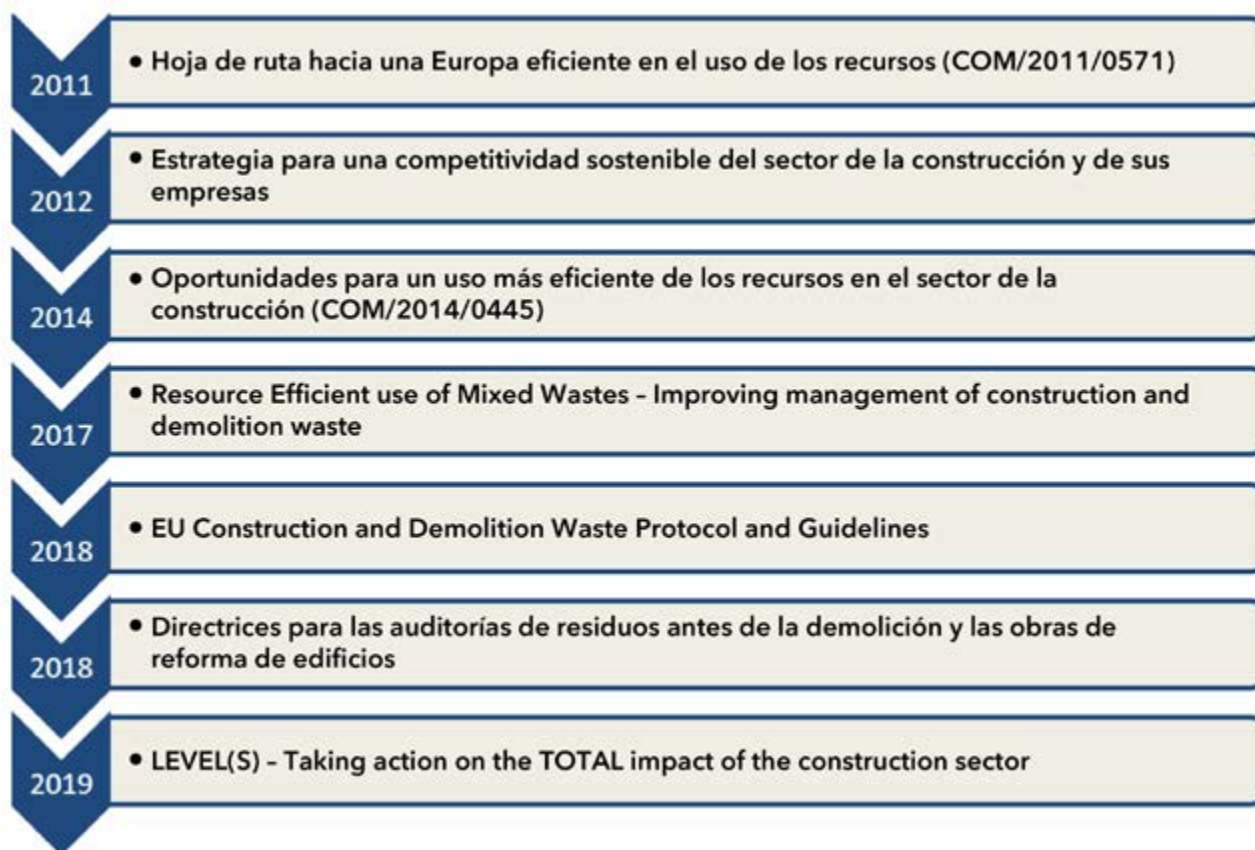


Figura 10: Lista de políticas e instrumentos pertinentes de la UE para el aprovechamiento de los recursos en el sector de la construcción

Las autoridades locales y regionales pueden inspirarse en el Plan de Acción “Construcción 2020” de la Comisión Europea, que se deriva de la [“Estrategia para una competitividad sostenible del sector de la construcción y de sus empresas”](#) de 2012. Su objetivo es determinar y aplicar medidas para fomentar la competitividad sostenible del sector de la construcción a corto y medio plazo. En esta estrategia, la Comisión Europea se centra en cinco objetivos clave, que reflejan las prioridades que ha identificado para la construcción sostenible (COM/2012/0433):

1. Estimular las condiciones favorables para la inversión;
2. Mejorar la base de capital humano del sector de la construcción;
3. Mejorar la eficiencia de los recursos, el rendimiento ambiental y las oportunidades de negocio;
4. Fortalecer el mercado interior de la construcción;
5. Fomentar la posición competitiva mundial de las empresas de construcción de la UE.

La [Comunicación sobre las oportunidades para un uso más eficiente de los recursos en el sector de la construcción](#) de 2014 (COM/2014/0445), publicada por la Comisión Europea, va más allá para promover un uso más eficiente de los recursos. Su objetivo es mejorar el diseño, la construcción, la demolición y el reciclaje de los productos de construcción, así como simplificar los datos sobre

el uso de los recursos para reducir los residuos. En el marco de la estrategia Construcción 2020 y del Paquete de Economía Circular, la Comisión Europea ha elaborado un [estudio](#) sobre auditorías de residuos de predemolición y renovación (VTT-TECNALIA-RPA, 2016), un estudio sobre la situación actual de la gestión y las políticas de los RCD en los Estados Miembros (Comisión Europea, 2017), y el Protocolo de Gestión de RCD, que incluye una recopilación de las mejores prácticas de reciclaje de RCD, por nombrar sólo algunas de las iniciativas más recientes.

También se han adoptado diversas medidas a escala nacional, regional y local para mejorar la sostenibilidad de la construcción. Las presentes directrices tienen por objeto ayudar a las autoridades locales y regionales a navegar por la construcción sostenible, a comprender lo que significa y a determinar la forma de fomentarla. Las directrices introducen los conceptos principales y, a continuación, enumeran las medidas prácticas que pueden adoptar las autoridades públicas para crear su estrategia, y presentan estudios de casos para cada tipo de acción.

3. Principios de construcción sostenible en la perspectiva de una economía circular

Hay pocos principios fundamentales que puedan inspirar y guiar las estrategias de construcción sostenible elaboradas por las ciudades y/o regiones. Desde una perspectiva de economía circular, en este [informe](#) se sugiere una serie de principios, enfoques y ejemplos. Sin embargo, esta lista no es exhaustiva y al elaborar las estrategias debe mantenerse abierto un enfoque participativo que incluya a los diferentes interesados, así como el debate público.



Figura 11: Pensamiento de economía circular en la construcción (WTCB - CCBH, 2017)

La aplicación del concepto de pensamiento de economía circular en la construcción no se limita a la reducción de residuos y al reciclaje. Debe abordarse desde una perspectiva holística, empezando por la planificación urbana, el diseño y la construcción circular y cerrando el círculo con la minería urbana, como se muestra en la figura 11. Los modelos de negocio pueden permitir que los materiales conserven un alto valor. De hecho, hay varios aspectos de la eficiencia de los materiales dentro de la construcción. El diseño para la deconstrucción/desmontaje es uno de ellos, así como la modularidad de los edificios, ya que pueden ser reutilizados muchas veces. El modelo de negocio del sistema producto-servicio es otro tipo de enfoque, que favorece el uso sobre la propiedad, mediante la venta de servicios vinculados a los bienes y productos en lugar de los propios productos (véase la segunda parte, párrafo 1.8).

Algunos aspectos clave en la aplicación de la economía circular a lo largo del ciclo de vida de un edificio, derivados de la literatura, se muestran en la tabla 1:

Tabla 1: Se enumeran los aspectos de la economía circular a lo largo de la etapa del ciclo de vida de un edificio

Etapa del ciclo de vida	Aspecto económico circular
Diseño	Diseño para la deconstrucción (DfD)
	Diseño para la adaptabilidad y la flexibilidad
	Diseño para la estandarización
	Identificar residuos
	Diseño en modularidad
	Especificar los materiales recuperados
	Especificar los materiales reciclados
	Principios de ecodiseño
Fabricación y suministro	Usar menos materiales/optimizar el uso de materiales
	Usar materiales menos peligrosos
	Aumentar la vida útil
	Diseño para el desmontaje de productos
	Diseño para la estandarización de productos
	Usar materiales secundarios
	Esquemas de recuperación
	Logística inversa
Construcción	Minimizar residuos de construcción
	Obtener materiales reutilizados
	Adquirir materiales reciclados
	Construcción externa
En uso y renovación	Minimizar residuos
Mantenimiento mínimo	Mantenimiento mínimo
Fácil de reparar y actualizar	Fácil de reparar y actualizar
Adaptabilidad	Adaptabilidad (a un nuevo propósito)
Flexibilidad	Flexibilidad (reordenación de los espacios)
Fin de la vida útil	Deconstrucción
	Demolición selectiva
	Reutilización de productos y componentes
	Reciclaje en circuito cerrado
	Reciclaje en circuito abierto
Todas las etapas	Gestión de la información, incluyendo métricas y conjuntos de datos

3.1 Preservación de los recursos

Como se ha mencionado anteriormente, el sector de la construcción representa aproximadamente la mitad de todos los materiales extraídos, la mitad del consumo total de energía, un tercio del consumo de agua y un tercio de la generación de residuos en Europa. Por lo tanto, no es de extrañar que la preservación de los recursos se encuentre en el centro de una estrategia de construcción sostenible. Estas directrices se centran principalmente en la eficiencia de los materiales, ya que la bibliografía actual sobre construcción sostenible cubre el aspecto de la eficiencia energética de forma amplia y a menudo exclusiva. Sin embargo, el enfoque de la economía circular puede crear sinergias con las actuales políticas de eficiencia energética a nivel local (por ejemplo, el Pacto de Alcaldes - [Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible](#)), aplicando procesos de gestión sostenible de los recursos. La métrica consolidada para la eficiencia energética (por ejemplo, dióxido de carbono - CO₂) también puede desplegarse para la economía circular en el sector de la construcción (cf. la campaña de ACR+ "[Más circularidad, menos carbono](#)").

El caso del vidrio

El vidrio es una parte integral del entorno edificado y constituye una proporción cada vez mayor de los proyectos de construcción modernos. Si se retira y manipula correctamente, puede reutilizarse o reciclarse indefinidamente: esto minimiza los residuos, ahorra materias primas y reduce las emisiones de carbono. La clave para un reciclaje eficiente del vidrio es reducir los contaminantes no vidriosos que se mezclan con el vidrio. Esto puede lograrse mediante una cuidadosa segregación del vidrio durante el proceso de deconstrucción. El vidrio puede devolverse a un fabricante de vidrio arquitectónico que puede devolver el vidrio a su horno y producir nuevos productos de vidrio. Los sistemas de recolección de vidrio arquitectónico están comenzando a desarrollarse y difieren según el país. Las organizaciones locales de vidrio deben ser capaces de asesorar sobre los datos asociados a su localidad.

Se puede encontrar más información y casos de estudio visitando la página web de British Glass www.britglass.org.uk

La jerarquía adoptada por la Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE⁶, se encuentra en el núcleo de la preservación de recursos. Está integrada en una jerarquía de cinco niveles, como se ilustra en la figura 10. Esta jerarquía indica el orden de prioridad que debe respetarse tanto en la legislación como en la política, a menos que el pensamiento del ciclo de vida pueda justificar el uso de otra jerarquía.

⁶ La jerarquía de residuos es un concepto que ha aparecido en la bibliografía ambiental y en la legislación ambiental de algunos Estados miembros de la UE, pero antes de la [directiva marco sobre residuos](#) de 2008 no formaba parte de la legislación europea.

1. PREVENCIÓN
2. PREPARACIÓN PARA LA REUTILIZACIÓN
3. RECICLAJE
4. OTRAS RECUPERACIONES
(en concreto la recuperación de energía)
5. ELIMINACIÓN SEGURA

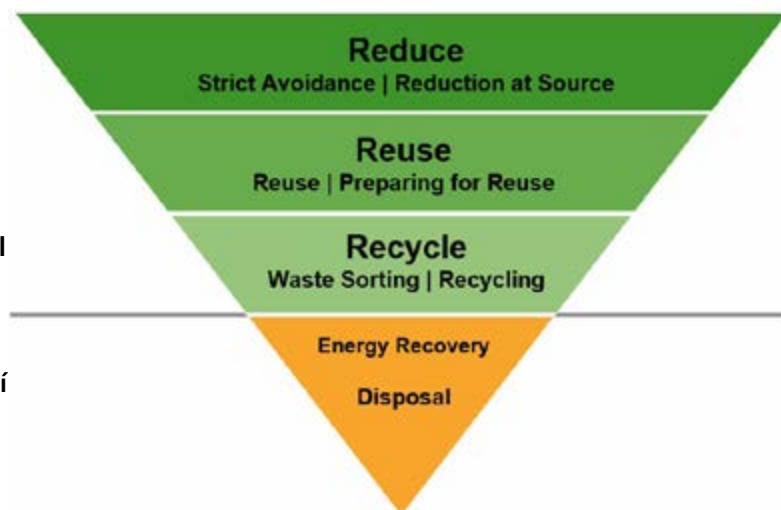


Figura 12: Pirámide de jerarquía de residuos

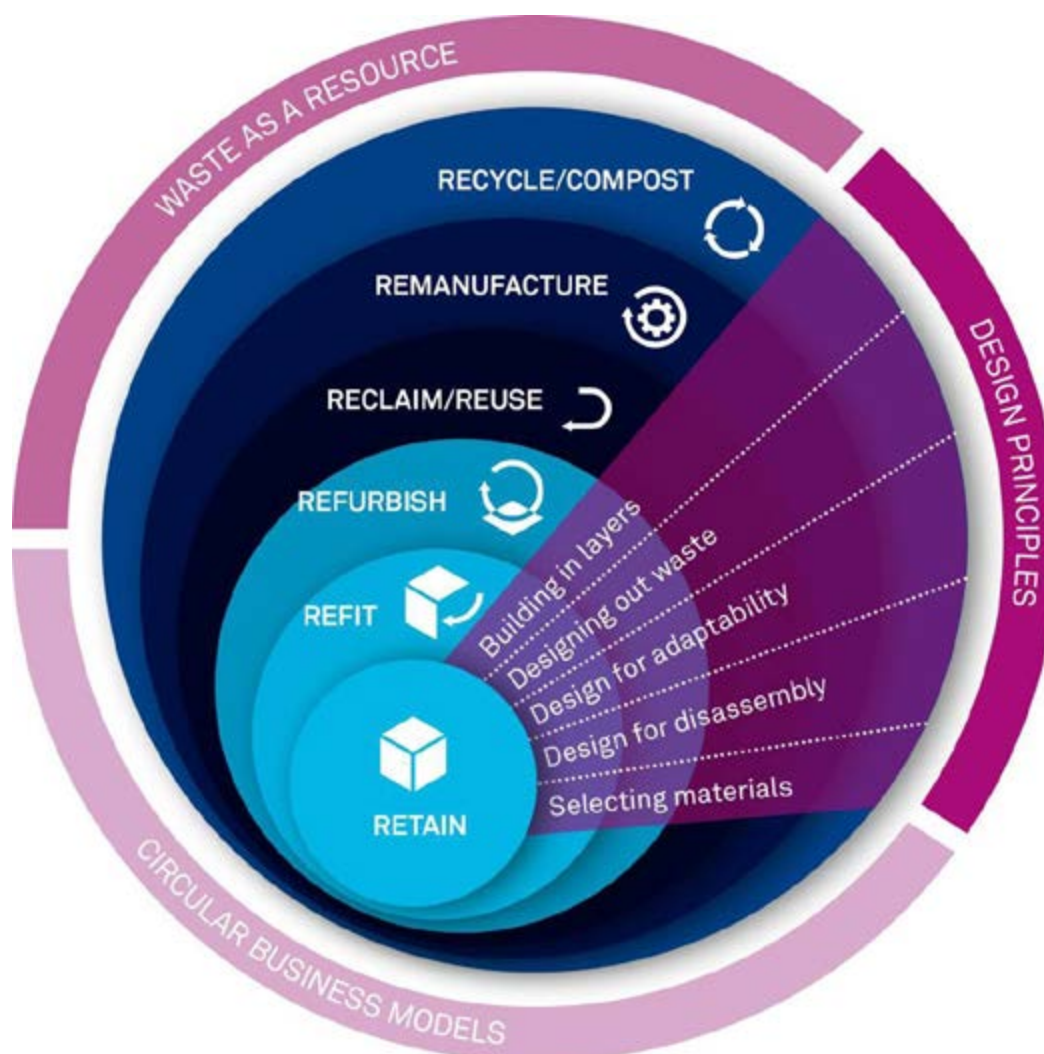


Figura 13: David Cheshire, 2016. Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment, David Cheshire (AECOM), RIBA Publishing, 2016

La pirámide de la jerarquía de residuos se transpone efectivamente al sector de la construcción a través de la imagen de la figura 13. Los tres círculos interiores muestran que la conservación de los edificios existentes es la opción más eficiente en cuanto a recursos, seguida de las reformas y renovaciones. Los tres círculos exteriores se aplican a los elementos de construcción, donde la prioridad es diseñar componentes que puedan ser recuperados o remanufacturados y sólo reciclados o devueltos a la biosfera como último recurso. Los cinco segmentos del diagrama muestran los principios de diseño asociados a una economía circular. Los compromisos con la eficiencia energética también son prioritarios: el enfoque del ciclo de vida ayuda a evaluar la sostenibilidad total de un edificio.

La prevención en el sector de la construcción puede ser objeto de planificación urbana, analizando las oportunidades de evitar/reducir la demolición e incentivando la recalificación/remodelación. El consumo de tierra también es un tema a considerar: los suelos representan aproximadamente el 50% del total de los RCD de la UE producidos anualmente (Figura 6) y la pérdida de biodiversidad, la gestión del paisaje también es un aspecto prioritario. Las autoridades locales pueden abordar las soluciones mediante planes de acción estratégicos adecuados, en los que participen también los propietarios particulares, desglosando las causas de la subutilización urbana, como: estructuras abandonadas y en desuso, uso ineficiente del suelo, zonas segregadas y/o contaminadas.

Buenas prácticas de reutilización de edificios y espacios vacíos

La reutilización de edificios, el cambio de uso y la renovación de espacios vacíos son las opciones preferidas para evitar el consumo de recursos y la producción de RCD, ofreciendo oportunidades de desarrollo local. Las ALR pueden desempeñar un importante papel de apoyo a esas iniciativas, diseñando estrategias con medidas orientadas a objetivos sostenibles y facilitando la aplicación de las medidas.

Cartografiar el territorio para detectar los **espacios vacíos** o los edificios no utilizados es fundamental para establecer la **línea de base**. Requiere una fuerte implicación de los propietarios particulares. La participación de la sociedad civil permite diseñar conjuntamente iniciativas para dar vida a los espacios.

La herramienta en línea [\(Re\)making The City](#) es una fuente de inspiración eficaz, que incluye una amplia gama de historias seleccionadas para mostrar soluciones innovadoras y rentables. Esta herramienta se creó a partir del conocimiento de las [URBACT](#) Action Planning networks, para promocionar y difundir enfoques de planificación innovadores con el fin de utilizarlos en la rehabilitación de espacios infrautilizados.

Alrededor de **un tercio de los residuos de la construcción podría provenir de decisiones de diseño deficientes**, por no haber aplicado medidas de prevención y reducción de los residuos durante las etapas de diseño (Osmani 2008, EPA Research 2015). Existe la posibilidad de integrar este ideal desde la misma concepción del edificio. Un edificio de diseño modular permitirá preservar los recursos durante su vida útil. De hecho, al garantizar un cierto nivel de flexibilidad, la modularidad puede reducir la necesidad de renovaciones. Del mismo modo, **cuando se diseña para la deconstrucción**, el final de la vida útil se tiene en cuenta desde el principio. Esto ayudará a facilitar la reutilización y el reciclado de las estructuras y los materiales, ya que se desmontarán con relativa facilidad para su uso futuro.

Laboratorio de retroadaptación circular

Este [proyecto piloto](#) probó y puso en práctica diferentes escenarios para la reutilización y renovación de las viviendas prefabricadas para estudiantes del Campus VUB (Universidad Vrije de Bruselas), reduciendo la generación de residuos. Se han explorado estrategias para las transformaciones internas, las transformaciones externas y las múltiples reconfiguraciones funcionales del módulo.

La **remodelación circular** puso a prueba soluciones desmontables, adaptables y reutilizables para maximizar la reducción de los residuos. El piloto desarrolló un proceso cocreativo a lo largo de las fases de (re)diseño, (re)construcción, (re)utilización, reutilización o desmantelamiento. Fue fundamental la estrecha colaboración con todos los **interesados de la red de valor** y los futuros usuarios en la fase inicial de desarrollo. La universidad organizó varias mesas redondas con las partes interesadas de la industria en las que se debatieron y mejoraron las soluciones de diseño, así como **talleres prácticos** con estudiantes en los que se probaron las soluciones.

Sin embargo, la responsabilidad recae en todas las fases del ciclo de vida de un edificio, ya que hay que tener en cuenta el gran número de edificios existentes. Durante la fabricación y el suministro se puede aplicar el principio de la **simbiosis industrial**. La simbiosis industrial es una forma de intermediación para reunir a empresas en colaboraciones innovadoras, encontrando maneras de que una utilice los residuos de otra como materia prima.

La facilitación de la simbiosis industrial ayudará a asegurar que el material que termine como residuo pueda seguir siendo utilizado en otro lugar como recurso. Las **LRA tienen un importante papel** que desempeñar a este nivel, para **ayudar a tender puentes** de forma transparente entre las diversas industrias y empresas.



3.2 Jerarquía territorial

La economía circular debería desarrollarse en ciclos cortos en la medida de lo posible para aumentar su impacto positivo.

El transporte desempeña un papel importante en términos de consumo de recursos y emisiones de CO₂ en muchas cadenas de valor, y el sector de la construcción no es ninguna excepción.

El tratamiento de los RCD in situ o las obras de construcción que reutilizan materiales de una operación de deconstrucción cercana pueden ser convenientes financiera y ambientalmente. Las renovaciones de las carreteras también pueden reutilizar algunos de los materiales de la infraestructura anterior, para evitar el transporte de residuos fuera del sitio y la introducción de nuevos materiales.



Figura 14: Diagrama de jerarquía territorial

Los proyectos de renovación pueden hacer que las comunidades locales participen donando productos/elementos/materiales reutilizables de los edificios (mobiliario de oficina, iluminación, puertas, radiadores, etc.) a las organizaciones locales. Ambas partes ganan en esta situación: no hay necesidad de pagar para que estos elementos se eliminen como residuos y las organizaciones que se benefician pueden ahorrar dinero al comprar nuevos equipos. El establecimiento de redes locales también puede incentivar la deconstrucción selectiva, creando oportunidades rentables de reutilización/reciclaje.

Hecho en Moerwijk

Esta iniciativa tiene lugar en el municipio de [La Haya](#) (Países Bajos). Las comunidades locales se involucraron para dar una segunda vida al mobiliario y otros materiales de una vieja escuela a punto de ser demolida. El proyecto creó valor económico local en una perspectiva circular.

El municipio de La Haya participa activamente en el marco de la Asociación de la Agenda Urbana sobre Economía Circular ([UAPCE](#)), poniendo en práctica varias iniciativas sobre el concepto de economía urbana circular colaborativa.

3.3 Gobierno compartido

Las ALR deben cooperar eficazmente para impulsar la sostenibilidad a diferente escala. En toda Europa hay diferencias significativas en cuanto a las responsabilidades de las autoridades nacionales, regionales y locales. Sin embargo, es necesario que exista una colaboración sólida y eficaz entre las autoridades para poner en marcha los procesos circulares.



Las autoridades regionales pueden elaborar estrategias y planes que adapten los objetivos internacionales y nacionales a los diferentes territorios. Las autoridades locales pueden convertir en acciones las medidas planificadas para alcanzar los objetivos.

Existe una gran diversidad de partes interesadas que participan en la construcción sostenible y muestran diferentes niveles de educación y conocimientos especializados. Al elaborar políticas y reglamentos para fomentar la construcción sostenible, es esencial que todos ellos participen en el proceso en algún momento, en concreto:

- Sociólogos y urbanistas;
- Diseñadores: arquitectos, planificadores urbanos;
- Fabricantes y proveedores;
- Profesionales de la construcción y la demolición: contratistas, ingenieros, empresarios, constructores, electricistas, fontaneros, etc.;
- Clientes públicos, consumidores y ciudadanos;
- Investigadores y educadores: escuelas de arquitectura e ingeniería;
- Gobierno: autoridades locales y regionales, así como organismos del gobierno federal;
- Asociaciones y sindicatos;
- Sector no lucrativo: plataformas de reutilización, concretamente.

Se trata de varios campos de especialización, y la construcción sostenible requiere la colaboración de diversos servicios y departamentos de las autoridades públicas. Los más evidentes son: ingeniería, planificación urbana, obras públicas, vivienda y permisos ambientales o de construcción. Pero los de salud y la seguridad, desarrollo social y económico, transporte y el aparcamiento, o incluso de historia y turismo podrían participar.

El compromiso y la aceptación social son claves para el éxito, y las estrategias participativas deben desarrollarse en consecuencia. Esto es cierto para todas las acciones de ALR, pero es más visible cuando se trata de la construcción. Las obras viales pueden desviar el tráfico y perturbar los barrios. Las obras públicas que se consideren insostenibles o de corta duración serán acusadas de despilfarrar el dinero de los contribuyentes y, por consiguiente, encontrarán una fuerte resistencia de la sociedad civil. Las nuevas y más estrictas normas de construcción para fomentar la sostenibilidad podrían encontrar resistencia de los profesionales de la construcción si la carga adicional se presenta más allá de los beneficios generales. Por lo tanto, es esencial entablar un diálogo entre múltiples interesados, en primer lugar para escuchar todos los puntos de vista y mejorar las estrategias, y en segundo lugar para asegurar que se transmita el mensaje correcto.

También son necesarias estrategias claras de comunicación y difusión, así como un acceso abierto a la información. Por ejemplo, la Región de Bruselas-Capital creó un [portal web](#) que permite a los profesionales de la construcción encontrar toda la información relacionada con la construcción sostenible. Este punto de acceso único comunica el marco general, incluye directrices temáticas y detalladas y medidas que los usuarios pueden adoptar para mejorar sus prácticas, así como estudios de casos. También difunde noticias, incluyendo cambios en la reglamentación.

Las plataformas de simbiosis industrial⁷ también permiten una forma de interconexión entre los fabricantes, haciendo coincidir los residuos producidos por uno con las necesidades de materia prima de otro. La cartografía local ayuda a conectar a las partes interesadas, a fin de determinar sus necesidades y posibles sinergias.

El sector de la construcción se ve a veces afectado por hábitos negativos como el mercado negro, el incumplimiento de los reglamentos, las distorsiones de precios y de la competencia⁸, o la falta de transparencia en los procesos de adquisición. La participación de los interesados, el establecimiento de redes y los compromisos con los objetivos de la economía circular pueden contribuir sin duda alguna a difundir la transparencia y la inclusión social en el sector de la construcción.

⁷ Hay varias iniciativas centradas en la simbiosis industrial, como los siguientes proyectos H2020 financiados por la UE que están desarrollando plataformas específicas destinadas a facilitar e impulsar los procesos: [SHAREBOX](#); [EPOS](#); [MAESTRI](#); [SYMBIOPTIMA](#); [SCALER](#); [FISSAC](#); [SPRING](#); [URBANREC](#); [PAPERCHAIN](#).

⁸ Lea el informe [Distorsion de la concurrence por le marché de la construction](#), 2015-2016.

Parte 2 - La construcción sostenible en la práctica

4. Estrategias y temas transversales

Al elaborar una estrategia de construcción sostenible o medidas de política específicas, deben tenerse en cuenta instrumentos de todo tipo: jurídicos (permisos de construcción, por ejemplo), económicos (impuesto sobre el suelo y otros materiales, reembolsos), de formación, etc. Además, deberían abordarse muchos aspectos: salud y bienestar, medio ambiente (paisaje, eficiencia energética y de materiales), economía, desarrollo comunitario, educación y capacitación, planificación urbana, cultura y turismo locales, etc.

La inclusión de instrumentos complementarios en la estrategia local aumentará sin duda alguna sus posibilidades de éxito:



Figura 15: Tipos de instrumentos

Abordar el tema desde diferentes ángulos es una excelente manera de asegurar una estrategia de construcción sostenible desde una perspectiva de economía circular lo más apropiada posible para el territorio y sus interesados. En esta sección se desarrollan los **temas transversales** que son esenciales para una estrategia sólida.



Figura 16: Estrategias y temas transversales

4.1 Argumentos para desarrollar una estrategia de construcción sostenible

Cada vez más territorios desarrollan estrategias de economía circular, ya que las autoridades públicas se dan cuenta de los beneficios que pueden obtener de ello, aunque hay que hacer hincapié en la urgencia medioambiental de la cuestión. Un motor esencial para desarrollar tal estrategia es el interés por **ver prosperar las empresas y por generar empleo para las comunidades locales**. Por ejemplo, se han elaborado planes de acción estratégicos de economía circular a nivel regional o local dirigidos al sector de la construcción (lista no exhaustiva): [París](#) (Bio de Deloitte, 2019), [región de Île-de-France](#) (IAU Ile-de-France, 2013), [Londres](#) (London Waste & Recycling Board, 2015), [Ámsterdam](#) (Circular Amsterdam, 2016), [Glasgow](#) (Circular Glasgow, 2016), [Provincia de Holanda Septentrional](#) (Circulair Noord-Holland, 2016), [Región de Bruselas-Capital](#) (Brussels-Capital Region, 2016), [Región Flamenca](#) (Circular Flanders, 2017), [Región Valona](#) (Estrategia valona de desarrollo sostenible, 2016).

Circular Noord-Holland

La provincia holandesa de Holanda Septentrional estableció una estrategia para la economía circular con el sector de la construcción en el punto de mira.

La autoridad pública inició el proceso de cartografiar el territorio mediante un Escaneo Regional Circular, a fin de proporcionar información sobre las zonas más prometedoras en las que podría tener lugar la transición. El escaneo identifica los grupos económicos clave y muestra cuáles podrían ser los beneficios en términos de ahorro de materiales, reducción de las emisiones de CO₂ y creación de empleo si se aplican estrategias circulares. En la provincia de Holanda Septentrional, se han identificado 58 oportunidades circulares prácticas y se han agrupado en siete categorías esenciales: turismo, logística, construcción de carreteras, hospitales, horticultura y semillas, y procesamiento y venta de alimentos.

La industria de la construcción tiene una gran importancia en la mejora de la gestión sostenible de los recursos y en la economía. Por lo tanto, como sector clave en la mayoría de los territorios, debería identificarse como tal en una estrategia de economía circular, o bien podría elaborarse una estrategia separada para la industria. En el informe "[Circular economy strategies and roadmaps in Europe](#)" (Comité Económico y Social Europeo, 2019) se señala a la construcción como el sector económico más representado en las estrategias analizadas. Lamentablemente, el sector de la construcción está en el centro de todas las estrategias analizadas a nivel local, excepto una.

Las autoridades locales y regionales tienen un papel fundamental que desempeñar para impulsar el desarrollo y la utilización de edificios sostenibles. La desconfianza en la calidad de los productos de construcción reutilizados o reciclados, así como la falta de impulsores de mercado, entre otras cosas, han frenado el progreso del sector. Sin embargo, las autoridades públicas pueden cambiar esto con algo más que políticas, regulación e incentivos. De hecho, el **sector público es un cliente importante** de la industria de la construcción. A modo de ilustración, el Chartered Institute of Building (COIB) calculó que las obras del sector público representan alrededor del 40% de todo el volumen de negocios generado por la [industria de la construcción del Reino Unido](#). Según una [encuesta](#) realizada por el SOeS - Service de l'Observation et des Statistiques - en 2014 el 18% (42 Mt) del total de la generación de RCD en Francia (228 Mt) procedía del sector de la construcción, mientras que el 82% (186 Mt) procedía del flujo de obras públicas.

Plan económico circular de París

El plan se basa en el concepto “De la cuna a la cuna”, con tres esferas de acción (gestión de residuos, bienes y servicios proporcionados por los agentes económicos, demanda y comportamiento de los consumidores) y siete pilares (reciclaje, prolongación de la vida útil del producto, gestión sostenible de los recursos, ecodiseño, ecología industrial y territorial y economía funcional).

El **sólido compromiso político** es un factor clave para el éxito de la estrategia. La tarea de dirigir la estrategia de la economía circular se ha asignado al Teniente Alcalde de París, que también es responsable de las cuestiones relacionadas con la economía social y la innovación social. Dado que la economía circular es por naturaleza un área altamente transversal, algunos de los otros representantes electos de París participan en el proceso.

Entre las ambiciosas estrategias temáticas, el sector de la construcción desempeña un papel importante. Una de las medidas del plan tiene por objeto desarrollar un sistema de referencia interno para París a fin de definir criterios de construcción sostenible que tengan en cuenta los principios de la economía circular, establecer normas de objetivos e integrarlas en las especificaciones para orientar el diseño de proyectos. Otra acción interesante hace referencia a la **normativa vial**, que exige que los materiales de las obras viales se reutilicen o reciclen.

Además, las autoridades locales pueden inspirar eficazmente sus planes urbanos hacia objetivos sostenibles, con la participación de los ciudadanos, la sociedad civil y las partes interesadas del sector privado. El sector de la construcción también puede entenderse como un reacondicionamiento en lugar de una demolición, valorizando el patrimonio y las oportunidades sociales.

La claridad de los objetivos y el compromiso político actuarán como una fuerte motivación para las partes interesadas locales. De hecho, la intervención de las autoridades sería muy bien acogida, ya que la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción se considera a veces intrínsecamente defensiva ante el cambio (EAE, 2015). Su naturaleza basada en proyectos es un desafío, ya que el cambio se llevará a cabo a nivel de proyectos individuales (Brian et al., 2015).

Nalawala Hall, Ayuntamiento de Fairfield (Australia)

El cumplimiento de los compromisos de la economía circular establecidos en los planes y estrategias puede ser un fuerte impulso para la construcción sostenible. Para el Ayuntamiento de Fairfield, el compromiso con la sostenibilidad y el Programa 21 local fue el principal catalizador de las decisiones adoptadas para construir el "Nalawala Hall", un centro comunitario y de sostenibilidad. Se trata del mayor edificio comunitario de fardos de paja de Australia y en él se utilizó hormigón reciclado en un 95% para la losa de los cimientos, marcos y puertas de ventanas reciclados, residuos de paja y 800 botellas de leche de plástico para los tabiques de los aseos. Enlaces a pdf ([1](#) - [2](#)) y fotos ([1](#) - [2](#)).

Más allá de los edificios sostenibles, la economía circular tiene un enorme potencial. Desde el punto de vista económico, puede **aumentar la productividad** y **crear puestos de trabajo**. Al mismo tiempo, puede **reducir las emisiones de carbono** y **preservar valiosas materias primas**. Estos beneficios ambientales, a su vez, aumentan la **capacidad de recuperación** de la economía, protegiéndola de los posibles riesgos de suministro de recursos y de la volatilidad de los precios de las materias primas.

Parque Olímpico Reina Isabel (Londres)

La Autoridad Olímpica para el Desarrollo (AOD) se comprometió a celebrar los Juegos más ecológicos de los tiempos modernos y la sostenibilidad se incorporó a todas las actividades, desde las adquisiciones hasta el funcionamiento de los Juegos. La AOD fijó una serie de objetivos para los RCD durante las fases de demolición, diseño y construcción del Parque Olímpico de Londres 2012, entre ellos: 90% de residuos de construcción/demolición reutilizados o reciclados por peso; 20% de materiales que deben ser de una fuente reutilizada o reciclada por peso; 25% de áridos reciclados por peso.

De esta manera, el sector público puede ofrecer **liderazgo** y un catalizador para el cambio, con una solución práctica a largo plazo para la **crisis de recursos que está surgiendo** en el mundo. De hecho, las economías desarrolladas consumen anualmente alrededor de tres o cuatro veces la cantidad de recursos que son sostenibles a largo plazo. La Fundación Ellen MacArthur ha estimado que se podrían ahorrar 300.000 millones de libras esterlinas de los beneficios de los recursos, incluida la energía, si aplicamos el pensamiento de la economía circular al entorno edificado europeo para 2030 (Fundación Ellen MacArthur, 2015).



4.2 Desarrollo del conocimiento, comunicación y educación

No se puede desarrollar una estrategia de construcción sostenible sin haber identificado previamente las **prioridades** y los **desafíos** específicos del territorio. Una vez hecho esto, es necesario compartir ampliamente los beneficios de una economía circular con comunicaciones claras y relevantes para el sector, para asegurar que se adopta en mayor medida. El siguiente paso lógico es ir más allá de las simples comunicaciones y asegurar cambios duraderos con una educación continua. El conocimiento es poder, como dice el refrán, y al desarrollarlo en favor de la economía circular, el conocimiento compartido multiplicará los efectos positivos en un territorio.



4.2.1 Análisis territorial

Al supervisar el flujo de recursos, el uso y la eficacia de los resultados, las autoridades públicas pueden utilizar esta información para establecer objetivos claros y definir una hoja de ruta basada en pruebas que tenga en cuenta el contexto local.

Los análisis detallados de los flujos y los diagnósticos cualitativos son fundamentales para crear una estrategia, ya que el primer paso es siempre conocer el propio territorio para definir dónde se encuentran las mayores oportunidades de intervención. Encargando un estudio antes de fijar los objetivos, las autoridades locales pueden obtener una primera **"visión"** de la situación actual, seguir la evolución en los años siguientes y analizar el impacto de las medidas adoptadas para la transición del sector hacia la economía circular.

Estudios territoriales de Bruselas financiados por el FEDER Proyecto BBSM (Bélgica)

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: Estudio/análisis y proyecto financiado por el FEDER

Financiado por: La Región de Bruselas Capital y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER 2014-2020)

Desarrollado por: Región de Bruselas Capital, consorcio BBSM

En 2014, la región de Bruselas-Capital encargó un [estudio del metabolismo urbano](#) para examinar los materiales existentes, sopesar el equilibrio metabólico de la región y examinar el impacto de doce flujos si se hiciesen circulares, con análisis detallados de cinco de ellos. Este estudio fue un paso importante en la elaboración del Plan Regional de Economía Circular. Fue seguido en 2017 con un estudio previsto por el PREC, llamado "[Economía circular en el sector de la construcción en Bruselas: estado de la cuestión, desafíos y modelo futuro](#)" (Brussels Environment, 2017). Los académicos llevaron a cabo el estudio en nombre de la administración medioambiental, analizando los flujos de materiales de construcción y estimando su potencial económico. A raíz de ello, se elaboró un modelo de economía circular regional para la construcción sostenible basado en los resultados. Además, la región también cuenta con un ejemplo muy interesante, específico de la construcción, con el [proyecto BBSM](#), financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). BBSM son las siglas de "[Bâti Bruxellois Source de Nouveaux Matériaux](#)", literalmente el entorno edificado de Bruselas como fuente de nuevos materiales. Su objetivo es estudiar y analizar el metabolismo urbano para identificar y fomentar la creación de bucles de valor positivo.

Las oficinas de estadística suelen recopilar datos sobre el empleo y el volumen de negocios de las empresas de construcción. Sin embargo, desde la perspectiva de la economía circular, pueden ser interesantes otras informaciones, muchas de las cuales pueden encontrarse en los datos públicos, aunque de diversas fuentes:

- **Identificación de la audiencia:** ¿quiénes son los principales interesados?
- **Prácticas actuales:** estado de los conocimientos y prácticas para mejorar la sostenibilidad de los edificios y gestionar los recursos y los residuos del sector;
- **Metabolismo urbano:** análisis del parque y la infraestructura de viviendas actuales (evolución en el tiempo, composición de los materiales, tipología, principales tendencias, estado general), y los cambios previsibles en el futuro próximo, como obras importantes que serán necesarias;





El proyecto URBANWINS

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: Proyecto financiado por la UE

Financiado por: Programa H2020

Desarrollado por: Consorcio URBANWINS

[UrbanWINS](#) fue un proyecto europeo financiado por el Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 que estudió la forma en que las ciudades consumen recursos y productos, y cómo eliminan los residuos producidos, con el fin de desarrollar y probar planes y soluciones innovadoras destinadas a mejorar la prevención y la gestión de los residuos. El proyecto, que se puso en marcha en junio de 2016, analizó las estrategias actuales de prevención y gestión de los residuos en un total de 24 ciudades y evalúa la forma en que contribuyen a la resistencia y la eficiencia de los recursos. El proyecto siguió el **enfoque del metabolismo urbano**, en el que las ciudades se consideran organismos vivos que utilizan recursos naturales y crean un flujo de materiales y energías. Los resultados se utilizaron para definir los objetivos e indicadores de los Planes Estratégicos de Prevención y Gestión de Residuos en las **ocho ciudades piloto**. La participación activa de ciudadanos, gobiernos, organizaciones, proveedores, institutos de investigación y centros educativos fue una parte esencial del proyecto, a través de un **ágora urbana física y en línea** en las ocho ciudades piloto, donde los participantes compartieron opiniones, discutieron ideas y planificaron soluciones.

- **Análisis de políticas intersectoriales:** reglamentos actuales y futuros sobre recursos materiales, permisos de construcción, planificación urbana, sitios patrimoniales y cuestiones ambientales, así como cualquier otra política relacionada con la arquitectura, la construcción y la ingeniería (sostenible);
- **Oportunidades y barreras para enfoques circulares:** los puntos anteriores podrían presentar barreras a la construcción sostenible, o a la economía circular en general - éstas deberían identificarse en una etapa temprana, para sugerir formas de superarlas. En base a los datos, un análisis territorial puede tener en cuenta los productos, subsectores y materiales que probablemente ofrezcan las mayores oportunidades, así como los actores que podrían ser necesarios para realizarlos.

Estudio del impacto de la construcción circular y escaneo circular de la ciudad de Ámsterdam (Países Bajos)

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: Programa de acción y estudios

Financiado por: Municipio de Ámsterdam

Desarrollado por: Municipio de Ámsterdam

La ciudad de Ámsterdam quiere ser líder en el campo de la economía circular y está buscando maneras de acelerar este desarrollo. En 2015, la autoridad municipal publicó Circular Ámsterdam⁹, una idea y programa de acción para la ciudad y el área metropolitana. Los resultados de este estudio proporcionaron orientación sobre los posibles pasos para aumentar la circularidad. Le siguió un Escaneo circular de la ciudad, con cuatro fases. Primero se analizaron los flujos de materiales y energía y los niveles de empleo. En segundo lugar, se realizó un análisis exhaustivo de las cadenas de valor que conectan múltiples sectores dentro de Ámsterdam. En tercer lugar, se exploraron dos cadenas prioritarias: la construcción y los flujos residuales orgánicos. Por último, se trazó un programa de acción y una hoja de ruta, y se identificaron las posibles barreras. Como resultado del Escaneo circular de la ciudad, Ámsterdam encargó una [investigación](#) (se puede encontrar una descripción en inglés [aquí](#)) sobre el impacto de la construcción circular para la ciudad. Analizó tanto los costes financieros como los beneficios sociales de un complejo de apartamentos circulares.

⁹ En holandés: 2015 Amsterdam - Amsterdam circulair een visie en routekaart voor de stad en regio. En inglés: 2016 Amsterdam - Circular Amsterdam-EN-210316

4.2.2 Comunicación y educación

Se dispone de mucha información sobre la forma de mejorar la circularidad del sector de la construcción, aunque tiende a ser dispersa, y es posible que los interesados locales no sepan dónde buscar información específica sobre el territorio.



COLLECTORS
WASTE COLLECTION SYSTEMS ASSESSED
AND GOOD PRACTICES IDENTIFIED

El proyecto COLLECTORS

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: Proyecto financiado por la UE

Financiado por: Programa H2020

Desarrollado por: Consorcio COLLECTORS

[COLLECTORS](#) es un proyecto de Horizonte 2020, financiado por Europa, que tiene por objeto identificar y poner de relieve las buenas prácticas existentes de recogida y clasificación de residuos. Se centra en tres flujos de residuos: papel y envases, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y residuos de construcción y demolición (RCD). Más concretamente, tiene tres objetivos: armonizar y divulgar la información disponible sobre los diferentes sistemas de recogida de residuos, conocer mejor el rendimiento general de los sistemas de recogida, intentando salvar la brecha con el sector del reciclaje y apoyar a los encargados de adoptar decisiones para que pasen a sistemas de mejor rendimiento. Se ha creado una [plataforma web](#) que permite a los usuarios navegar por 242 sistemas de recogida.

Un **centro de recursos en línea** específico para cada sector puede ser un instrumento valioso en materia de comunicación sobre políticas, planes de financiación, convocatoria de proyectos, buenas prácticas, directrices o cualquier otro material pertinente. Cuando sean específicos de un sector, la mayoría de las partes interesadas de la industria de la construcción pronto los conocerán, ya que esta información puede compartirse a través de contactos clave (federaciones empresariales, centros de investigación especializados, cámaras de comercio, asociaciones comerciales, organizaciones profesionales, ...).

Enfoques regionales para poner en línea la construcción sostenible local (Bélgica y Reino Unido)

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: Plataforma web

Financiado por: Autoridad regional

Desarrollado por: Autoridad regional

Bélgica cuenta con varios ejemplos de esos centros de información en línea, con diferencias entre las tres regiones (Bruselas, Flandes y Valonia). Cada provincia flamenca tiene su propio centro, como el [Centro de Apoyo a la Construcción y la Vida Sostenible](#) de la provincia de Flandes Oriental, [De wijk van morgen](#), administrado por la empresa provincial autónoma [Kamp C](#) de la provincia de Amberes. Las Regiones de Bruselas-Capital y Valonia colaboran en la recopilación de información en el [Portail Construction Durable](#) (de Brussels Environment y el Servicio Público de Valonia).

Otros territorios, como [Escocia](#), han optado por un portal general sobre la economía circular, la eficiencia de los recursos o los desechos, con una subsección por industria. El método elegido depende de las funciones y responsabilidades de las autoridades públicas participantes y de las expectativas de las partes interesadas locales.

Por supuesto, no basta con difundir la información, las actividades de sensibilización, las campañas y los eventos son algunas de las otras actividades de comunicación que se requieren para llegar al público destinatario.

La **educación** es clave para desarrollar nuevos patrones de comportamiento, cambios en nuestros estilos de vida y una transformación en nuestras formas de pensar y actuar. Los **talleres y seminarios de capacitación** para profesionales de la construcción son una excelente manera de asegurar que un territorio avance hacia una construcción sostenible a largo plazo. Se podrían hacer esfuerzos para fomentar la introducción de los principios de la economía circular aplicados a las construcciones sostenibles en los **planes de estudio de arquitectura, ingeniería y otros cursos educativos pertinentes**. Los incentivos públicos podrían alentar a los profesores y proyectos individuales, como los proyectos BRIC y MØDÜLL 2.0, que recibieron el apoyo del plan de economía circular de la Región de Bruselas-Capital, que ha dedicado fondos para proyectos piloto educativos en materia de construcción sostenible.



Para obtener más información sobre las estrategias de educación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha creado unas completas “[Directrices sobre la política de educación para entornos de construcción sostenible](#)” (PNUMA, 2010). En esas directrices, el PNUMA describe las medidas que pueden adoptar los gobiernos, las comunidades, el sector privado, etc., junto con las mejores prácticas.

En “[Circular Economy and Lifelong Learning: Scenarios - Methodologies - In action](#)” (una publicación de ACR+ y Zero Waste Scotland) hay **historias inspiradoras de formación profesional y empleos verdes**, educación sobre consumo sostenible y pensamiento sistémico, de **modelos pedagógicos** capaces de empoderar a los alumnos e instar a las instituciones a incluir los principios de sostenibilidad en sus estructuras de gestión.

Otro caso interesante tiene lugar en la región de Utrecht (Países Bajos): la construcción circular de vuelta a la educación - [Utrecht Circle Alliance](#).

La construcción circular de vuelta a la educación - Utrecht Circle Alliance (Países Bajos)

Tema: Desarrollo del conocimiento y comunicación

Tipo de instrumento: alianza público-privada

Desarrollado por: Utrecht Circle Alliance

La alianza (empresas, instituciones basadas en el conocimiento y los 26 municipios de la región de Utrecht) estimula la innovación y la cooperación entre empresas, instituciones basadas en el conocimiento y organizaciones gubernamentales con el objetivo principal de crear una región verde, saludable e inteligente. En cuanto a la industria de la construcción sostenible, la Utrecht Circle Alliance estableció colaboraciones (organizando CdP -comunidades de prácticas) que conducen a la innovación, la creación de empleo y el crecimiento económico, acelerando las iniciativas mediante la apertura de puertas al conocimiento, las habilidades y la financiación.

En la Facultad de Arquitectura y el Entorno edificado - Universidad Tecnológica de Delft, un equipo de profesores ha desarrollado un [programa de aprendizaje en línea](#) para estudiantes universitarios y de ámbito profesional.

4.3 Participación de las partes interesadas y construcción conjunta

La participación de diversos profesionales a lo largo de la cadena de valor es esencial para diseñar una estrategia amplia pero adecuada, ambiciosa pero realista, de mentalidad internacional



pero centrada en el ámbito local. **La identificación de los principales interesados** y el fomento de la colaboración desde el inicio de la planificación sentarán las bases para garantizar el éxito de la estrategia de construcción sostenible. La **construcción conjunta** es fundamental, tanto con los interesados externos como dentro de las **capas internas y servicios de las administraciones públicas**. Esto puede hacerse utilizando la intermediación de consultas públicas, la creación de una plataforma de interesados o el establecimiento de un comité consultivo, entre otras cosas.

Los poderes públicos tienen una función de puente, ya que pueden ponerse en contacto con todas las formas de empresas, el mundo académico, las organizaciones sin ánimo de lucro, los ciudadanos, etc.

Regeneración urbana en Prato (Italia)

Tema: Participación de las partes interesadas y construcción conjunta

Tipo de instrumento: Planificación urbana

Financiado por: Municipio de Prato y la UE

Desarrollado por: Municipio de Prato

La estrategia de la Ciudad de Prato está orientada al sector de la construcción, con el objetivo de reducir y reutilizar los residuos de la construcción y la demolición. Prato es famosa en todo el mundo por su distrito textil, que representa alrededor del 3% de la producción textil europea. La industria textil de Prato, a pesar de las dificultades económicas y de las grandes transformaciones del mercado, sigue activa y es vital: la política urbana de reorganización productiva basada en los principios de la economía circular, es reconocida a nivel de la UE como un modelo de mejora de las economías urbanas. El municipio de Prato es un miembro activo de la iniciativa de la Asociación de la Agenda Urbana sobre la Economía Circular (UAPCE) de la UE y el caso está incluido como mejor práctica en la Red Circular Europea ([CEN](#)). La ciudad ha desarrollado medidas para **regenerar las partes degradadas y marginales de la ciudad**, con la participación de varias **asociaciones tanto a nivel local como europeo**. La economía circular en Prato se ha integrado en el Plan Operativo Estratégico de la ciudad, con el objetivo no sólo de la regeneración urbana, sino también de **mejorar la cohesión social y la vida comunitaria**. La economía circular en Prato implica también la reutilización y la transformación de los edificios existentes ("Repensar la ciudad"), en particular los de las zonas industriales, con la lógica de mejorar el comportamiento ambiental de los edificios y las infraestructuras en todo su ciclo de vida.

Los **aspectos sociales no deben pasarse por alto**. El compromiso y la aceptación social son un desafío clave para el desarrollo de una economía circular y de un mercado de materias primas secundarias en el sector de la construcción.

El **compromiso social** hace referencia al grado de participación en una comunidad o sociedad. Los elementos clave del compromiso social son la actividad, la interacción, el intercambio social y la ausencia de coacción (Prohaska y otros, 2012).

Una definición general de la **aceptación social** es *"una respuesta favorable o positiva (incluida la actitud, la intención, el comportamiento y, cuando proceda, la utilización) en relación con la tecnología o el sistema técnico social propuesto o in situ por los miembros de una unidad social determinada (país o región, comunidad o ciudad y hogar, organización)"* (Upham, 2015). La aceptación social puede verse influida por una gama muy amplia de factores, entre ellos las características del proyecto y del producto, la percepción de la distribución de los costes y beneficios y el grado de participación del público.

Una de las **barreras** para lograr una construcción más sostenible es la **escasa aceptación del uso de materiales reciclados en los proyectos de construcción**. Esto influye en el mercado de materias primas secundarias. Además, la dimensión social de la economía circular es tal que las empresas necesitan interactuar más ampliamente de lo que se requiere para la práctica comercial normal, en concreto en el caso de la simbiosis industrial, donde una empresa utilizará como recurso los residuos de otra.



Living Labs en el proyecto FISSAC

FISSAC

Tema: Participación de las partes interesadas y construcción conjunta

Tipo de instrumento: Proyecto financiado por la UE

Financiado por: Programa H2020

Desarrollado por: Consorcio FISSAC

[FISSAC](#) (Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain) es un proyecto europeo financiado por el Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020, en el que participan interesados de todos los niveles de la cadena de valor del sector de la construcción y la demolición con el fin de desarrollar una metodología y una plataforma de software que facilite el intercambio de información que pueda servir de apoyo a las redes de simbiosis industrial y reproducir los planes piloto a nivel local y regional. Se han establecido nueve Living Labs regionales con un propósito propio y un alcance definidos. Los dirigentes de los Living Labs hacen participar a los participantes de la cadena de valor de la industria de la construcción para identificar los desafíos apropiados relacionados con la simbiosis industrial en sus regiones. A través de reuniones diseñadas expresamente, su conocimiento y experiencia de colaboración se utilizará para comprender cómo se pueden abordar estos desafíos.

La **colaboración y la cocreación en una red de innovación abierta** son excelentes formas de abordar el compromiso y la aceptación social. Los Living Labs se basan en esta idea. Un Living Lab, a diferencia de un laboratorio tradicional, opera en un contexto de la vida real con un enfoque centrado en el usuario. Los límites físicos y/u organizativos de un Living Lab se definen por el propósito, el alcance y el contexto.

La noción de laboratorio viviente fue propuesta por primera vez por el Prof. William Mitchell en el MIT Media Lab como: “una metodología de investigación para detectar, crear prototipos, validar y perfeccionar soluciones complejas en múltiples y cambiantes contextos de la vida real.” Desde una perspectiva metodológica, los Living Labs de hoy en día son redes compuestas por actores heterogéneos, recursos y actividades que integran la investigación centrada en el usuario y la innovación abierta (Leminen et al., 2012). Desde la perspectiva de la infraestructura, pueden considerarse como instalaciones que permiten la experimentación y la cocreación con los usuarios en entornos de la vida real (Sundramoorthy et al., 2011).

4.4 Investigación e innovación

Se necesitan innovaciones ecológicas radicales y sistémicas para transformar los patrones lineales de producción, construcción, uso y eliminación que han evolucionado en los últimos dos siglos. Las innovaciones ecológicas son innovaciones que reducen tanto el uso de los recursos naturales como la emisión de sustancias nocivas a lo largo de todo el ciclo de vida (EIO¹⁰ 2011). En la consecución de una economía circular intervienen dos tipos de innovaciones ecológicas: las tecnologías e infraestructuras técnicas necesarias para reconvertir los residuos en recursos, y los conocimientos, habilidades y modelos de negocio para convertir este proceso de transformación en interesantes oportunidades de negocio (EIO, 2016).

Con el fin de fomentar las innovaciones de la economía circular, las autoridades públicas pueden combatir algunas de las barreras a las que podrían enfrentarse los edificios innovadores, por ejemplo, concediendo exenciones reglamentarias para los proyectos piloto o introduciendo nuevas medidas de política (que se abordan principalmente en la sección 1.7 de las páginas siguientes).

Además de los instrumentos reglamentarios y económicos, las **medidas de apoyo a la investigación y el desarrollo (I+D)** pueden resultar muy beneficiosas. Estas pueden incluir subvenciones para actividades de I+D y experimentación, desbloqueando fondos a través de organismos territoriales de innovación, por ejemplo, los planes de vales de innovación para las PYMES, soporte a las incubadoras de innovación y programas de apoyo e incentivos para el personal de I+D.

Las autoridades locales también pueden proporcionar infraestructuras de I+D, con equipos, datos, etc., para probar y acelerar la ampliación de los conceptos, como se hizo en Nantes Métropole con el [City Lab](#) ([YHNOVA](#), una vivienda social construida por un robot de impresión en 3D es un caso interesante).

A nivel europeo, las subvenciones de financiación son bien conocidas en el marco del programa Horizonte 2020.

¹⁰ Observatorio de la innovación ecológica

El proyecto RE4



Tema: Investigación e innovación

Tipo de instrumento: Proyecto financiado por la UE

Financiado por: Programa H2020

Desarrollado por: Consorcio RE4

El proyecto [RE4](#) (Reutilización y reciclado de materiales y estructuras de RCD en elementos prefabricados energéticamente eficientes para la rehabilitación y construcción de edificios) se financia en el marco del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea. Los principales objetivos de los proyectos son:

- Desarrollo de conceptos de diseño innovadores para la instalación y el desmontaje inteligentes de los elementos prefabricados en una unidad de construcción prefabricada de bajo consumo energético;
- Demostración de RE4 en el entorno industrial, pruebas y evaluación, replicación;
- Mejora de la sostenibilidad y las aplicaciones futuras de los productos prefabricados de RE4;
- Desarrollo de un DSS compatible con BIM y una plataforma para la estimación y gestión de RCD;
- Desarrollo de modelos empresariales para la explotación industrial.

El proyecto abarca los principales aspectos de la construcción sostenible, desde la energía hasta la eficiencia de los recursos materiales.

Las autoridades locales y regionales también pueden beneficiarse de estas subvenciones, que pueden utilizar para aplicar los resultados del proyecto y fomentar la innovación en su territorio. Las convocatorias específicas relacionadas con la simbiosis industrial o la eficiencia de los recursos han dado lugar a muchos proyectos centrados en la cadena de valor de la construcción: BAMB, FISSAC, Green Instruct, HISER, InnoWEE, REslag, VEEP, por nombrar algunos.

Pasaportes de materiales en el proyecto BAMB



Tema: Investigación e innovación

Tipo de instrumento: Proyecto financiado por la UE

Financiado por: Programa H2020

Desarrollado por: Consorcio BAMB

El proyecto [BAMB](#) (Building as **material bank**) reunió a 16 socios de ocho países europeos, y de diferentes lugares de la cadena de valor, para una misión: hacer avanzar la industria de la construcción hacia una economía circular. BAMB desarrolló e integró herramientas para permitir el cambio a un sector de la construcción circular, con el apoyo de modelos empresariales, propuestas de políticas y un modelo de gestión y toma de decisiones. BAMB creó formas de aumentar el valor de los materiales de construcción. Los edificios diseñados de forma dinámica y flexible pueden incorporarse a una economía circular, en la que los materiales de los edificios mantienen su valor, lo que conducirá a la reducción de los residuos y al uso de menos recursos vírgenes. Los **Pasaportes electrónicos de materiales** desarrollados en BAMB son conjuntos de datos que describen características definidas de los materiales en productos que les dan valor para su recuperación y reutilización. El objetivo de los Pasaportes de materiales de BAMB es:

- Aumentar el valor o mantener el valor de los materiales, productos y componentes a lo largo del tiempo;
- Crear incentivos para que los proveedores produzcan materiales/productos de construcción saludables, sostenibles y circulares;
- Apoyar la elección de materiales en proyectos de diseño de edificios reversibles;
- Facilitar a los promotores, gestores y renovadores la elección de materiales de construcción saludables, sostenibles y circulares;
- Facilitar la logística inversa y la recuperación de productos, materiales y componentes.

También pueden elaborarse **medidas voluntarias**, como etiquetas de rendimiento y garantías para los productos y servicios, para hacer frente a los obstáculos, como la desconfianza en los productos de construcción reciclados. Los acuerdos y compromisos voluntarios también pueden utilizarse para impulsar la innovación ecológica. En los Países Bajos, el gobierno holandés optó por el [enfoque del "Green Deal"](#) para estimular la innovación sostenible. Un Green Deal es un modelo innovador de asociación público-privada que une una coalición de empresas, organizaciones de la sociedad civil y el gobierno territorial en un acuerdo o pacto mutuo de derecho privado.



La **tecnología de la información y la comunicación (TIC)** y la digitalización son cruciales para fomentar el intercambio de información con el fin de mejorar la circularidad dentro del complejo sector de la construcción en nuestra sociedad, que está en rápida evolución. A largo plazo, el uso de Internet y de grandes datos desempeñará un papel importante en el aprovechamiento de los flujos de materiales y la optimización del suministro y el diseño de materiales reutilizados. Sin embargo, la obtención de datos sólidos y precisos en la etapa de entrada es un desafío para las nuevas construcciones, y más aún para las ya existentes. También debe abordarse el mantenimiento y la evaluación de esos datos durante la vida útil de un edificio.

Modelado de información de construcción (BIM)

El BIM es un proceso inteligente basado en modelos que reúne datos y visualizaciones dentro de un modelo 3D, aunque puede incluir otras dimensiones como el tiempo, el coste y las operaciones conforme a obra. Ayuda a que el diseño, la ingeniería, el proyecto y la información operativa sean precisos, accesibles y procesables para edificios e infraestructuras. Permite tanto al usuario final como a todo el equipo del proyecto comprender cómo se verá y funcionará un edificio, su proceso de construcción, lo que costará y cómo funcionará –antes incluso de que se construya. El resultado del proceso son archivos digitales que describen cada aspecto del proyecto y apoyan la toma de decisiones a lo largo del ciclo del proyecto, modelando tanto la estructura del edificio como toda la cronología desde el inicio hasta la demolición. Esta información detallada e integrada facilita las pruebas y el análisis durante la fase de diseño, la coordinación entre el equipo del proyecto y el mantenimiento de la estructura.

Las autoridades públicas pueden empezar a abordar este tema desarrollando y adoptando herramientas de TIC para su territorio. En Bélgica, las tres regiones del país desarrollaron una herramienta para mejorar el rendimiento ambiental de los edificios: [Totem](#), que por sus siglas en inglés, significa “Herramienta para optimizar el impacto ambiental total de los materiales”. La Comisión Europea también está trabajando en un enfoque propio para la presentación de informes sobre el rendimiento sostenible de los edificios, denominado Level(s).

NIVEL(es) - Rendimiento de la sostenibilidad de los edificios

Level(s) es un marco de información voluntaria para mejorar la sostenibilidad de los edificios. Utilizando las normas existentes, Level(s) ofrece un enfoque común de la UE para la evaluación del rendimiento ambiental en el entorno construido. Es una iniciativa promovida por la Comisión Europea.

Level(s) proporciona un punto de partida fácil para introducir la sostenibilidad en su trabajo. Dentro del marco de Level(s), cada indicador está diseñado para vincular el impacto del edificio individual con las prioridades de sostenibilidad a nivel europeo. Esto centra al usuario de Level(s) en un número manejable de conceptos e indicadores esenciales a nivel del edificio que contribuyen a alcanzar los objetivos de la política ambiental de la UE y de los Estados Miembros.

4.5 Apoyo a empresas

Las autoridades locales y regionales pueden crear un **entorno propicio para las empresas**, alentando a éstas a establecer y desarrollar actividades de construcción sostenible en la comunidad.

Hay varias formas de hacerlo. Sólo con las TIC, utilizando una sección dedicada en el sitio web de la autoridad pública o creando una específica para la construcción sostenible, las autoridades pueden **albergar un directorio de empresas, promover las buenas prácticas locales y publicar las oportunidades de empleo pertinentes de las empresas locales**. Sin embargo, se necesita un punto de contacto, que puede lograrse creando un **equipo de facilitación**, que ofrezca servicios de asesoramiento especializado dentro del personal de la autoridad. Los órganos gubernamentales tienen una función de facilitación que desempeñar para acelerar la transición del sector de la construcción hacia una economía circular. Esto puede aplicarse **facilitando a las empresas la obtención de permisos y licencias** cuando opten por un modelo comercial circular y asegurando la disponibilidad de una red de apoyo. La carga de responsabilidades no recae únicamente en las autoridades públicas; como se ha mencionado anteriormente, un enfoque de colaboración entre múltiples interesados es el que mejor funciona. Por lo tanto, las **asociaciones con las redes de empresas y la cámara de comercio** del territorio en cuestión pueden tener un efecto más amplio y adecuado, y al mismo tiempo reducir la carga que soporta cada socio.

Plataforma web MaTerrio.construction (Francia)

Tema: Apoyo a empresas

Tipo de instrumento: Plataforma web

Financiado por: Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP), Union nationale des industries des carrières et de matériaux de construction (UNICEM), Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Desarrollado por: Consorcio MaTerrio

La plataforma [MaTerrio.construction](https://www.materrio.construction) tiene por objeto proporcionar a los interesados acceso a información útil, a fin de desarrollar la recuperación y el reciclado de los RCD y, más ampliamente, promover la economía circular. La plataforma incluye también un sistema de información geográfica, para identificar visualmente las oportunidades de recuperación. El sitio web contiene publicaciones y noticias sobre el sector, lo que permite difundir las buenas prácticas.

Circular Glasgow (Reino Unido)

Tema: Apoyo a empresas

Tipo de instrumento: Red

Financiado por: Cámara de Comercio de Glasgow

Desarrollado por: Cámara de Comercio de Glasgow

[Circular Glasgow](#) es un movimiento para inspirar a las empresas de todos los tamaños a innovar y prepararse para el futuro mediante la adopción de estrategias circulares. Conectando a las empresas de toda la ciudad, les ayudamos a abrir nuevas fuentes de ingresos, aumentar la ventaja competitiva y obtener ahorros financieros mediante una serie de iniciativas prácticas. La idea es crear una economía sostenible y una ciudad con una calidad de vida envidiable inspirando a las empresas a evaluar y aplicar la economía circular con el fin de posicionar a Glasgow como una ciudad circular líder. La iniciativa ofrece herramientas en línea, como:

- Evaluación de círculos, para ayudar a las empresas a entender los diferentes aspectos operativos y organizativos de la economía circular. Con esta evaluación, es posible aprender más sobre las oportunidades de la economía circular para su empresa;
- Taller de círculos, para involucrar a las empresas en talleres interactivos y muy atractivos. El objetivo es sacar la complejidad de la economía circular y guiar a las PYMES en su transición hacia la circularidad.



4.6 Incentivos financieros

Hacer de la construcción sostenible una de las **prioridades** de la **estrategia de inversión del territorio** asegurará que se mantenga en un **lugar destacado de la agenda política** y estimulará **nuevas iniciativas**. Se pueden ofrecer ayudas y subvenciones nacionales, regionales o municipales para las inversiones en edificios, equipos, estructuras y sistemas, pero también para mano de obra y servicios. Sin embargo, además de las subvenciones mencionadas para apoyar la investigación y el desarrollo, existen diversos incentivos que pueden ayudar en la transición hacia una economía circular sin que sea necesario que la propia autoridad local o regional realice grandes inversiones financieras.

El **programa LIFE**, desarrollado por la Comisión Europea, cofinancia subvenciones para la acción con una esfera prioritaria dedicada al medio ambiente y la eficiencia de los recursos. Algunas convocatorias se establecen específicamente para aplicar planes o estrategias, mientras que otras tienen por objeto elaborar, ensayar y demostrar enfoques de política o gestión, prácticas óptimas y soluciones. Por ejemplo, el [condado de Buzau](#), en Rumania, se benefició de la conclusión de LIFE de mejorar considerablemente la situación de la gestión de los residuos de la construcción y la demolición en el condado. Una de las medidas adoptadas gracias al fondo europeo fue el desarrollo de una planta de tratamiento mecánico para reciclar los RCD inertes.

Las autoridades regionales pueden beneficiarse del **Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)** para estimular la construcción sostenible en su territorio. La Región de Bruselas-Capital, por ejemplo, identificó cinco ejes prioritarios para su programa operativo FEDER 2014-2020: entre ellos se encontraba "la construcción sostenible y las energías renovables". El programa también identificó ejes prioritarios, investigación e innovación, espíritu empresarial, economía circular, mejora del entorno de vida y del medio ambiente. Naturalmente, esto ha animado a los desarrolladores de proyectos y ha llevado a la financiación de los proyectos de los [Living Labs de Retrofit Brussels](#) y de [BBSM](#). Así como [Usquare](#), que tiene como objetivo renovar y reconvertir siete edificios de una antigua academia de policía en un sitio integral que preservará el patrimonio histórico e incluirá viviendas para estudiantes, un área de comidas y un mercado sostenibles, el Instituto de Estudios Avanzados de Bruselas, espacios públicos acogedores y otras instalaciones públicas.

Financiación de edificios ecológicos con el Banco Europeo para la reconstrucción y el desarrollo

El Banco Europeo para la Reconstrucción y Desarrollo ha dedicado productos de financiación para construcción ecológica disponibles para los países receptores (Europa central y oriental, así como Asia central). Los que están a disposición de los edificios públicos son programas marco de asociación público-privada en mayor escala, líneas de crédito específicas a través de intermediarios financieros locales, proyectos de regeneración urbana o planes de acción de ciudades verdes, bonos de propiedad ecológica etiquetados y financiación estructurada.

Los **instrumentos económicos** son instrumentos de política que aplican incentivos económicos para influir en el comportamiento de las personas. Pueden modificar directamente los precios de mercado (por ejemplo, con subvenciones o tasas) o introducir nuevos mercados (por ejemplo, con planes de limitación y comercio). Como tal, los instrumentos económicos comprenden todos los impuestos, permiten planes de comercio y subsidios que crean incentivos y desincentivos que movilizan los intereses propios de los productores, proveedores de servicios y consumidores para realizar mejoras ambientales o reducir las consecuencias ambientales adversas. Esos instrumentos no sólo dejan a los ciudadanos la libertad de elegir si se benefician o no de ellos, sino que sus costos administrativos de aplicación tienden a ser considerablemente inferiores a los relacionados con la vigilancia del cumplimiento de la reglamentación de mando y control.

TRACIMAT (Bélgica)

Tema: Incentivos financieros

Tipo de instrumento: Herramienta de seguimiento

Financiado por: [El proyecto HISER](#) (programa H2020)

Desarrollado por: TRACIMAT

[TRACIMAT](#) es una organización de gestión de los RCD sin ánimo de lucro, fundada por la Confederación Flamenca de la Construcción (VCB), junto con la Federación de Productores de Granulados de Reciclaje (FPRG), la Asociación Belga de Demolición (CASO) y la organización que representa a las empresas de ingeniería y consultoría (ORI), que tiene por objeto proporcionar un sistema de seguimiento para impulsar la recogida selectiva de RCD. La organización de gestión de los residuos de construcción y demolición está legalmente incorporada en el reglamento de VLAREMA¹¹ y funciona en conexión con el Reglamento Común para Granulados Reciclados (ER). El ER establece los requisitos que deben cumplir las trituradoras y los granulados en Flandes: se ha introducido una importante enmienda que exige a las trituradoras que distingan entre los materiales de bajo riesgo medioambiental (LMRP) y los materiales de alto riesgo medioambiental (HMRP) en la entrada. El ER también establece que las corrientes de LMRP pueden procesarse más baratas que las corrientes de HMRP. Tracimat emite un “certificado de demolición selectiva” para los residuos de construcción y demolición que han sido **recogidos selectivamente y rastreados adecuadamente**. El certificado de demolición establece si los RCD pueden ser aceptados como “material de bajo riesgo ambiental” y, por lo tanto, procesados separadamente de las corrientes de residuos con un alto riesgo ambiental. Las corrientes de residuos puros con un bajo riesgo ambiental tienen claramente un mayor potencial de reciclaje. Este proceso tiene por objeto **maximizar la posibilidad de reutilizar o reciclar los materiales**. Los residuos de demolición vienen con un certificado expedido por una organización reconocida e independiente, lo que aumentará la confianza no sólo en la calidad del material, sino también en la calidad de la empresa de demolición. También aumentará la confianza en el producto reciclado, lo que dará lugar a una mejor y **más amplia comercialización de los granulados reciclados**.

¹¹ Decisión del Gobierno flamenco por la que se establece el reglamento flamenco sobre la gestión sostenible de los ciclos de materiales y residuos (17.02.2012).

Gracias a la identificación adecuada de todos los materiales de un edificio mediante un inventario de residuos ampliado, el seguimiento del proceso de demolición selectiva y el seguimiento de todos los materiales de residuos de demolición liberados durante los trabajos, se pueden dar más garantías sobre la calidad del material de residuos de demolición y se liberarán flujos de residuos más puros. Dado que los residuos de demolición vienen con un certificado emitido por una organización reconocida e independiente, esto aumentará la confianza no sólo en la calidad del material de demolición, sino también en la calidad de la empresa de demolición. También aumentará la confianza en el producto reciclado, lo que dará lugar a una mejor y más amplia comercialización de esos productos reciclados.

El sistema de calidad cuenta con el soporte de herramientas en línea y una base de datos. Los materiales identificados en el edificio son puestos en la plataforma en línea de Tracimat por el experto. Tanto la empresa de demolición como el propietario del edificio tienen acceso a esta plataforma. La empresa de demolición dará información en la plataforma acerca de dónde fueron tomados los materiales que fueron identificados en el edificio (e incluidos en el inventario) después de la demolición.

Esta base de datos contiene información sobre las cantidades disponibles de diversos materiales reciclables y es de gran valor para los inversores a la hora de decidir en qué tecnologías invertir y/o ayudará a dimensionar nuevas plantas de reciclaje. Por lo tanto, está mejorando y estimulando la economía circular.

Después de un año de funcionamiento, Tracimat evaluó más de 2000 auditorías previas a la demolición. Éstas han demostrado que más del 95% de los edificios de Flandes que están siendo demolidos contienen residuos peligrosos y más del 90% contienen amianto en una o más aplicaciones.

Varios productores de materiales de construcción se están poniendo en contacto con Tracimat para establecer una colaboración en lo que respecta a la extracción de datos, así como a la garantía de calidad de los materiales que desean reciclar.

De esta manera, Tracimat realiza una importante contribución a la minería urbana y a la economía de la construcción circular.

Existen varios ejemplos en toda Europa en relación con los instrumentos económicos destinados a los recursos y residuos procedentes de la construcción, aunque es más frecuente encontrar ejemplos nacionales. Los impuestos sobre los vertederos y las tasas por los RCD no clasificados son instrumentos bien conocidos que utilizan los países para fomentar la clasificación y el reciclaje. Las Comunidades Autónomas de Madrid, Murcia y Cataluña tienen impuestos sobre los RCD. El sistema de depósito se combina con un impuesto de entrada para los residuos que entran en los vertederos de las Comunidades Autónomas de Madrid, Cataluña, Murcia, La Rioja, Extremadura y Cantabria. En Flandes hay un sistema de seguimiento que permite rastrear los RCD ofreciendo una garantía de calidad para las empresas de reciclaje. La ley regional clasifica los flujos de RCD como LMRP (perfil de bajo riesgo ambiental) o HMRP (perfil de alto riesgo ambiental) según el riesgo de contaminación ambiental. La tasa de entrada para tratar los flujos de RCD en la planta de clasificación/trituración/reciclaje es más alta para el flujo de HMRP, lo que incentiva la producción de RCD de LMRP. Los RCD pueden ser aceptados como LMRP si existen procesos de demolición selectiva, de acuerdo con un inventario/auditoría preliminar y un sistema de rastreo (en particular enfocado a la remoción de materiales peligrosos).

4.7 Política y reglamento

Las estrategias de construcción sostenible pueden ayudar a mejorar los reglamentos existentes o a crear otros nuevos. Además, es importante utilizar todos los instrumentos de política disponibles, ya que ninguno de ellos ofrecerá por sí solo la solución para superar todas las barreras. Los **instrumentos normativos**, como las reglamentaciones sobre el reciclado, las responsabilidades de los productores, el diseño ecológico, los objetivos obligatorios, los códigos, las normas y la certificación de los productos, pueden ser muy eficaces. Sin embargo, deben tener en cuenta la jerarquía de los residuos y los requisitos de circularidad. Por ejemplo, la reglamentación para desviar los RCD de los vertederos, como la prohibición de los vertederos de desechos inertes, debería tener en cuenta las opciones de tratamiento alternativo y asegurar que haya una opción más beneficiosa para el medio ambiente y que otras medidas de política también la apoyen. De lo contrario, esto podría hacer que la reglamentación fuera ineficaz o incluso contraproducente (por ejemplo, el uso de vías alternativas no deseadas o el vertido ilegal).

Como se ha mencionado anteriormente, el establecimiento de **compromisos** y la identificación de la **construcción sostenible como prioridad** en las estrategias puede ser un **fuerte impulso para los interesados y los profesionales de la construcción**.

Dinamarca, los Países Bajos y Suecia cuentan con un fuerte apoyo gubernamental a través de programas de políticas de economía circular de vanguardia¹², con iniciativas de política dirigidas específicamente al sector de la construcción¹³.

¹² SOU 2017; MinlenM 2014; Naturvårdsverket 2012; Miljøministeriet 2014

¹³ Rijksoverheid 2016; StateOfGreen 2017

Si bien el número de gobiernos interesados en la economía circular está creciendo, la mayoría todavía carece de un sentido de urgencia. Las ciudades deberían establecer mecanismos para supervisar el uso de los recursos y la eficiencia del rendimiento, y utilizarlos para establecer objetivos y definir una **hoja de ruta de la ciudad basada en pruebas** que tenga en cuenta el contexto local. Por ejemplo, **Ámsterdam identificó que los residuos orgánicos y de la construcción** son los que tienen **mayor potencial de valor añadido y de creación de empleo**. Al identificar oportunidades de reutilización de materiales, se reducirá la producción de CO2 en 500.000 toneladas por año ([Circular Amsterdam](#), una idea y programa de acción para la ciudad y el área metropolitana).

La elaboración de una legislación técnico-ambiental específica que regule los nuevos usos de los productos basados en material reciclado, como la nueva legislación técnica vasca sobre “residuos de construcción y demolición”, puede contribuir a elevar el perfil regional de la economía circular.

Legislación sobre gestión de RCD en el País Vasco (España)

Tema: Política y regulación

Tipo de instrumento: Orden regional

El País Vasco ha desarrollado y aplicado un **estatus de no residuos (EoW)** para los áridos (reciclados) a través de la Orden Regional 12/01/2015¹⁴. La Orden establece la definición de los áridos reciclados procedentes de los RCD y los criterios que permiten su utilización en nuevos productos (por ejemplo, ladrillos, hormigón, etc.), poniendo fin a la condición de residuo. Esto ha contribuido a elevar el perfil de la economía circular en el País Vasco, dando un importante impulso al sector de la construcción.

¹⁴ “DISPOSICIONES GENERALES: ORDEN De 12 De Enero De 2015, De La Consejera De Medio Ambiente Y Política Territorial Por La Que Se Establecen Los Requisitos Para La Utilización De Los áridos Reciclados Procedentes De La Valorización De Residuos De Construcción Y Demolición.” Departamento de medio ambiente y política territorial, 12 Jan. 2015.

4.7.1 Permisos y licencias de demolición y renovación

Las autoridades locales se encargan de **emitir permisos o licencias de demolición y renovación**. Dicho permiso permite a los gobiernos locales promover y hacer cumplir el desarrollo de planes de gestión de residuos de alta calidad basados en **auditorías previas a la demolición**. Asimismo, es muy importante un proceso de seguimiento y evaluación posterior a la demolición. La exigencia de informes de demolición después de que se hayan realizado las obras permite a los gobiernos locales controlar si esos planes se están aplicando eficazmente. Se alienta a las autoridades locales a que proporcionen al operario de la demolición **incentivos** para **ascender en la jerarquía de los residuos**. Al mismo tiempo, cuando se diseña un marco regulatorio para los residuos de CyD, es importante que la **carga administrativa se mantenga al mínimo**.

Francia: las auditorías previas son obligatorias en obras de demolición

La Ley 2009-967 del 3 de agosto de 2009, conocida como ley "Grenelle I", y la Ley 2010-788 del 12 de julio de 2010, conocida como ley "Grenelle II", hacen obligatoria la realización de auditorías previas en obras de demolición para determinadas categorías de edificios mediante el Decreto (nº2011-610 de 31 de mayo de 2011), que creó artículos específicos en el Código de la Construcción y la Vivienda de Francia. Las auditorías previas, denominadas "diagnóstico sobre los residuos procedentes de las obras de demolición", tienen por objeto caracterizar los materiales presentes en la obra y planificar la gestión de los RCD.

Esta obligación existe también en otras regiones/países europeos (por ejemplo, Bruselas-Capital, Flandes, Valonia, Cataluña).

Las instalaciones de reciclado deben basarse en la calidad del material de entrada que debe maximizarse mediante un inventario previo a la auditoría (antes de la demolición, la construcción o la renovación) y la recogida selectiva.

En varias iniciativas se ha analizado el papel fundamental de la auditoría previa a la demolición para garantizar la alta calidad de las materias primas secundarias. El proyecto [PARADE](#) es un ejemplo destacado.

El proyecto PARADE: mejores prácticas para la predemolición Auditorías que aseguran la alta calidad de las materias primas

El proyecto tiene como meta elaborar materiales de aprendizaje permanente sobre las mejores prácticas para las auditorías de residuos previas a la demolición. El objetivo es proporcionar un enfoque armonizado para la realización de auditorías de desechos haciendo referencia a la legislación y a las mejores prácticas recogidas.

Un **sistema de depósito** podría ser un instrumento eficaz para mejorar el proceso de reciclado: la concesión de un permiso para iniciar una obra de demolición/renovación/construcción puede subordinarse a un depósito vinculante (pagado por adelantado por el propietario del edificio o el contratista). Este sistema podría garantizar la **reducción de los fenómenos de vertido ilegal**, aunque es importante desarrollar un mercado para los materiales reciclados que permita que el material de salida encuentre una vía de escape adecuada. Una vez consolidado el plan, el mercado de los materiales reciclados podría aumentar la sostenibilidad económica de las instalaciones de reciclaje.

PRECAT 20: Programa de prevención, residuos y gestión de recursos de la Generalitat de Catalunya (España)

Tema: Política y regulación

Tipo de instrumento: Programa regional

Financiado por: Generalitat de Catalunya

El programa se centra en la recuperación de los RCD, fijando un objetivo de recuperación del 75% para 2020 (aumentando el objetivo del 70% establecido a nivel de la UE). Para desarrollar el programa, la [Agencia Catalana de Residuos](#) ha puesto en marcha un procedimiento por ley, basado en un sistema de depósito de garantía para obtener la licencia de trabajo. El monto del depósito es proporcional a la cantidad estimada de RCD, calculada mediante una metodología estandarizada y verificada por la autoridad local. El depósito de garantía se transfiere de los futuros titulares de la licencia a los gestores autorizados de las plantas de tratamiento de RCD. Posteriormente, estos gestores extienden a los propietarios un documento de aceptación que confirma la transferencia económica, y éste será la prueba para que la entidad local extienda al propietario la licencia para iniciar las obras. El depósito se devuelve tan pronto como el propietario o el contratista muestra la documentación que certifica el cumplimiento del flujo de RCD.

Esta relación de sector privado a sector privado permite una menor carga administrativa para las autoridades locales y también ha contribuido a la reducción de los vertederos ilegales.

Con el fin de promover los procesos de reciclaje en lugar de los vertederos, el sistema de depósito de garantía funciona en paralelo con un impuesto sobre los tratamientos de residuos finales. Este impuesto también se utiliza para invertir y promover proyectos circulares de RCD, estudios o investigaciones sobre materiales reciclados.

4.7.2 Planes de evaluación y rendimiento

El enfoque del “análisis de ciclo de vida” (ACV) se ha utilizado extensamente para evaluar la sostenibilidad de los productos en el sector de la construcción durante varios años. Los resultados del ACV pueden traducirse en Declaraciones ambientales de producto (DAP) para productos individuales o en Declaraciones de Sistemas Ambientales (DSE) para kits. La legislación existente y futura de algunos Estados Miembros (por ejemplo, Francia, los Países Bajos y Bélgica) ya hace referencia a estos métodos de evaluación de ACV y la DAP/DSE. Sin embargo, es necesario armonizar los distintos enfoques para lograr la coherencia de los resultados, así como para mejorar la aceptación comercial y social.

El Comité Europeo de Normalización está trabajando para garantizar la armonización de los métodos de evaluación de varias normas para evaluar la sostenibilidad de los edificios. Paralelamente, muchos países han elaborado planes de evaluación de edificios (por ejemplo, BREEAM, DGNB, HQE, LEED, SBtool, VERDE) en las dos últimas décadas.

La adhesión a las normas ayuda a garantizar que los **productos sean seguros, interoperables y buenos para el medio ambiente**. La armonización de las especificaciones técnicas de los productos y servicios puede hacer que las industrias sean más eficientes, y puede **romper las barreras** al comercio. Sin embargo, el proceso de elaboración de normas podría ser largo y complicado. En muchos casos, las normas de la industria están incorporadas en los marcos reglamentarios, ya sea directa o indirectamente, y a veces se incorporan en los códigos nacionales de construcción. Por esta razón, la industria debe esforzarse por establecer normas óptimas antes de la reglamentación, de modo que pueda **dar forma a la agenda pública**.

4.8 Adquisiciones y desarrollo del mercado

Las **adquisiciones públicas** hacen referencia al proceso por el cual las autoridades públicas, como los departamentos gubernamentales o las autoridades locales, compran trabajos, bienes o servicios a empresas. ACR+ redactó directrices sobre adquisiciones públicas relacionadas con la economía circular, como parte de las actividades de la Red Circular Europea. Las autoridades públicas desempeñan un papel importante a la hora de establecer un buen ejemplo, para dar más peso a la necesidad urgente de adoptar medidas sostenibles. Pueden ejercer una gran influencia al tomar la decisión de invertir en la construcción sostenible. De hecho, en el Reino Unido, el Chartered Institute of Building (CIOB) calculó que el trabajo del sector público representa aproximadamente el 40% de todo el volumen de negocios generado por la industria de la construcción del Reino Unido. Además, en 2005 la [Oficina Nacional de Auditoría](#) identificó beneficios anuales de 2.600 millones de libras esterlinas para las arcas públicas mediante la adopción de las mejores prácticas de adquisición en el sector. El gobierno reconoció que esta cifra constituía un poderoso argumento comercial para basar las adquisiciones en los costos de toda la vida útil y para comprometerse con la cadena de suministro en una etapa temprana.

Los **sistemas producto-servicio** (PSS) son modelos comerciales que ofrecen una mezcla integrada de productos y servicios. En conjunto, satisfarán una demanda particular de los clientes basada en interacciones innovadoras entre los interesados en el sistema de producción de valor, en el que, en un contexto de sostenibilidad, el interés económico y competitivo de los proveedores se inclinará hacia soluciones cada vez más beneficiosas para el medio ambiente.

En ciertos casos, el PSS estará más **orientado a los productos**. Los clientes son dueños del producto y los servicios se proporcionan para asegurar el rendimiento del producto durante un cierto período de tiempo –como con las garantías y los contratos de mantenimiento. Sin embargo, en otros casos, el proveedor de servicios conserva los derechos de propiedad relacionados con el producto. El cliente puede entonces adquirir el uso de este producto durante un período de tiempo determinado. Esta forma **orientada al uso** de los PSS se aplica al alquiler, arrendamiento y reparto. Pero también hay un enfoque **orientado a los resultados**, por el cual los clientes compran el efecto, el resultado de la prestación del servicio, especificado en términos de rendimiento. Un ejemplo bien conocido de esto es el caso de una empresa que ofrece a los clientes pagar por la luz en lugar de comprar bombillas y pagar la factura eléctrica. En este escenario, el proveedor del servicio tiene un fuerte incentivo para mantener la factura de energía lo más baja posible, instalando bombillas de alta eficiencia. Esto fue, por ejemplo, implementado en la [casa de la Unión Nacional de Estudiantes](#) en Londres y en el [aeropuerto de Schipol](#) (Ámsterdam). Esta forma de PSS es exactamente lo que promueve la adquisición circular: modelos de negocio innovadores basados en el rendimiento o el uso, centrados en el acceso a los servicios y productos, más que en la propiedad.

Un enfoque de economía circular con bajas emisiones de carbono para la adquisición de hormigón en la ciudad de Zúrich (Suiza)

Tema: Adquisiciones y desarrollo del mercado

Tipo de instrumento: Adquisición pública ecológica de las autoridades locales

Financiado por: Ciudad de Zúrich

La autoridad local estableció la **obligatoriedad del uso de hormigón reciclado en los edificios** públicos en 2005. El requisito hace referencia a las normas SN EN 206:2013 y SIA 2030. Esto significa que los productos de hormigón deben contener al menos un 25% de áridos reciclados en masa total. Además, la autoridad local incluye en el pliego de condiciones que el hormigón reciclado debe alcanzar la calidad RC-C como mínimo, (hormigón con 50% de áridos vírgenes y 50% de áridos reciclados). Sin embargo, se prefiere el hormigón RC-M (hormigón con 50% de áridos vírgenes y 50% de áridos reciclados), cuando sea técnicamente factible. Estos requisitos han permitido el desarrollo de un mercado local de materiales para RCD. Este caso se incluye como una práctica óptima en la [Red Circular Europea](#) (CEN).

Zero Waste Scotland publicó la [Guía de Adquisiciones Sostenibles para la Construcción](#) (Zero Waste Scotland, 2019), que se centra en el poder adquisitivo del sector público (muy influyente en toda la cadena de suministro) y en cómo orientarlo hacia el beneficio económico y ambiental.

Guía sobre adquisiciones sostenibles en la construcción (Reino Unido)

Tema: Adquisiciones y desarrollo del mercado

Tipo de instrumento: Guía sobre contratación pública

Financiado por: Zero Waste Scotland y el Gobierno Escocés

El documento ofrece un plan de acción para ayudar a los procuradores durante las etapas de preadquisición y de adquisición. El módulo de aprendizaje electrónico "Introducción a las adquisiciones sostenibles" tiene por objeto ayudar a los encargados de las adquisiciones a comprender el contexto y la importancia de incorporar la sostenibilidad en las adquisiciones públicas. Como destacan los módulos de aprendizaje electrónico, esta guía complementa la orientación de Zero Waste Scotland "Usar el proceso de adquisición para impulsar la construcción con recursos eficientes".

La guía sigue el formato de los módulos de aprendizaje electrónico al proporcionar sugerencias en las siguientes áreas: contexto de política de preadquisición, estrategia de preadquisición, desarrollo de especificaciones, selección y adjudicación de proveedores y gestión de contratos.

5. Intervención en la cadena de valor y la vida útil del edificio

Si bien una estrategia debe integrar varios elementos transversales, también debe adoptar un enfoque holístico a lo largo de la cadena de suministro, combinado con un pensamiento a largo plazo. Por lo tanto, los elementos transversales de una estrategia deberían tener en cuenta toda la cadena de valor.

Muchos organismos gubernamentales han publicado guías para los profesionales de la construcción, que ilustran la forma de intentar la circularidad en cada etapa. Esta es una medida muy interesante para adoptar, y una que puede ser fácilmente replicada. Entre los ejemplos se incluyen:

- el [protocolo de gestión de los RCD de la UE](#)
- “[Carreteras Sostenibles: una guía breve](#)” encargado por el Departamento de Transporte del Reino Unido
- [La guía del cliente de la construcción del WRAP](#)

5.1 Fase de ideas: diseño circular

Varios conceptos abarcan la fase de idea en una perspectiva de diseño circular: diseño para la adaptabilidad, flexibilidad, desmontaje, estandarización; diseño en modularidad; diseño fuera de los residuos; especificar materiales recuperados o reciclados. Hay que tener en cuenta los aspectos **paisajísticos** y patrimoniales/culturales para dar forma a los nuevos edificios.

El proyecto EDECON elaboró una [introducción práctica](#) al diseño ecológico para las PYMES involucradas en la fabricación de productos y la prestación de servicios en el sector de la construcción.

Es importante señalar que también se centran en las **cuestiones sociales**, así como en el **paisaje y el patrimonio**, señalando su relevancia dentro del sector. Las ALR pueden tener un impacto significativo en las PYMES y este documento puede servir de fuente de inspiración para establecer el mejor escenario. Los modelos de economía circular ofrecen muchas oportunidades para crear sinergias entre las ALR, las empresas y las comunidades locales. Una economía circular no consiste únicamente en diseñar los residuos, sino fundamentalmente en diseñar el concepto de residuos (David Cheshire, 2016). Esto significa que los diseñadores tienen que pensar en toda la vida del edificio, desde la decisión de construir nuevo o renovar hasta la eventual demolición o deconstrucción de un edificio obsoleto.

Diseñar para una economía circular

David Cheshire, Director de Sostenibilidad de AECOM y autor de Building Revolutions, explica: “A la hora de diseñar para una economía circular no se trata de construir menos, sino de **construir de manera diferente** y con más pensamiento en el futuro. Este enfoque haría que la industria de la construcción dependiera menos de las apreciadas materias primas. A pesar de las barreras de una economía circular, hay métodos innovadores y prácticos que están saliendo a la luz. La adopción más extensa de estos principios proporciona al sector del medio ambiente construido una oportunidad para impulsar la economía circular y dejar un **legado verdaderamente duradero para las generaciones futuras.**”

Por lo tanto, la idea de diseñar los residuos implica evitar la creación de residuos en primer lugar, y buscar oportunidades para convertir los residuos de otros lugares en un recurso.

Para los edificios, esto incluye:

- reacondicionar y renovar los edificios existentes en lugar de construir nuevos;
- diseñar teniendo en cuenta los residuos que surgen durante la construcción;
- utilizar materiales y componentes recuperados en el diseño;
- aplicar los principios de diseño ajustado para reducir la demanda de recursos y los residuos asociados.

Nuevos edificios hospitalarios

[Alder Hey Children's Hospital](#) en el Reino Unido es un gran hospital pediátrico de Liverpool que necesitaba tres nuevos edificios. Optó por el uso de módulos de construcción prefabricados reciclados y renovados para satisfacer sus necesidades inmediatas mientras se construía un nuevo centro sanitario de última generación. No sólo los materiales obtuvieron una segunda vida, sino que el enfoque modular permitió ampliar el hospital respetando las limitaciones de un sitio muy concurrido.

5.2 Fase de fabricación: cómo la industria suministra productos

El Reglamento de Productos de Construcción ([CPR](#)) establece normas armonizadas para la comercialización de productos de construcción en la UE. El Reglamento ofrece metodologías comunes para evaluar el rendimiento de los productos de construcción. Garantiza que los profesionales, las autoridades públicas y los consumidores dispongan de información fiable

La Verificación de la tecnología ambiental (ETV, por sus siglas en inglés) parece ser un instrumento prometedor para ayudar a que las tecnologías ambientales innovadoras lleguen al mercado. En las [directrices](#) elaboradas en el marco del **proyecto FISSAC**, la ETV se prueba en la cadena de valor de la construcción.



Verificación de la tecnología ambiental

El **programa experimental de verificación de la tecnología ambiental (ETV)**, que funciona desde 2013 como una de las principales iniciativas en el marco del **“Plan de acción sobre innovación ecológica”** de la Comisión Europea, es un instrumento destinado a apoyar y promover la innovación ecológica a nivel europeo ayudando a que las tecnologías ambientales innovadoras lleguen al mercado. El programa está dirigido a las tecnologías innovadoras cuyos beneficios en materia de medio ambiente y salud no pueden demostrarse mediante las normas o los planes de certificación existentes y cuyos resultados podrían declararse mediante un procedimiento de verificación creíble como garantía para los inversores.

Las ALR pueden influir en la forma en que la industria suministra productos en el sector de la construcción. En una perspectiva circular, el **concepto de simbiosis industrial** puede apoyar eficazmente el camino de la sostenibilidad y los procedimientos de CPE pueden ayudar a desarrollar esos enfoques, orientando el lado de la oferta hacia objetivos específicos.



Figura 17: Cadena de valor de la construcción (fuente: Infografía del proyecto FISSAC)

5.3 Fase de construcción: tomando forma

Las ALR tienen que establecer reglas claras para hacer sostenibles las operaciones de construcción. Las operaciones de construcción en los lugares de trabajo deben satisfacer las **necesidades de las comunidades locales y los elementos ambientales** (aire, polvo, suelo, ruido, tráfico, etc.).

Las **condiciones de trabajo**, la calidad del empleo, la salud de los trabajadores y la sostenibilidad del empleo en el sector de la construcción también deben ser un aspecto al que prestar atención. Los resultados de las encuestas sobre este tema no son tan positivos: por ejemplo, el informe "[Sector de la construcción: condiciones de trabajo y calidad del empleo](#)" revela algunos problemas urgentes.

Sector de la construcción: condiciones de trabajo y calidad del empleo

El informe "Sector de la construcción: condiciones de trabajo y calidad del empleo" ofrece un panorama general de las condiciones de trabajo, la calidad del empleo, la salud de los trabajadores y la sostenibilidad del empleo en el sector de la construcción. Se basa principalmente en la quinta Encuesta europea sobre las condiciones de trabajo (EWCS), que reúne datos sobre las condiciones de trabajo y la calidad del empleo en 34 países europeos. Algunas de las principales conclusiones del estudio son:

- el sector está principalmente dominado por los hombres;
- hay niveles muy bajos de formación remunerada por el empleador;
- los trabajadores informan de altos niveles de exposición a riesgos físicos, pero están bien informados sobre la salud y la seguridad en el lugar de trabajo;
- las condiciones de trabajo son un problema para los jóvenes trabajadores varones;
- es necesario prestar atención a los efectos negativos del trabajo en la salud de los empleados.

La productividad de los recursos es un concepto clave en la fase de construcción (y deconstrucción). Los materiales recuperados (utilizados previamente en un edificio y luego reutilizados en otro) pueden poner en práctica eficazmente este concepto.

El proyecto ferroviario HS2

Uno de esos proyectos que tiene el potencial de generar aproximadamente 130 millones de toneladas de material excavado es el [proyecto ferroviario HS2](#) propuesto. El equipo del proyecto afirma que **más del 86% de este material será reutilizado dentro del proyecto** para la construcción de terraplenes de ingeniería y mitigación ambiental. El HS2 tiene ambiciones audaces, muchas de las cuales están justificadas: los proyectos a gran escala ya están dando este tipo de resultados, incluyendo el otro gran esfuerzo de construcción de ferrocarriles en el Reino Unido (por ejemplo, el estudio de caso en la p118 de "[From waste to resource productivity report](#)"). Crossrail muestra que existen enormes oportunidades para la gestión de los residuos de excavación, pero que se requiere una planificación cuidadosa y un pensamiento avanzado para asegurar que se logren soluciones sociales, ambientales y económicas.

5.4 Uso y renovación: conservación del valor

Conservar, reponer, reparar, renovar, reutilizar son conceptos relevantes en una perspectiva sostenible. El establecimiento de un plan adecuado para la **fase de uso** es clave para ampliar la vida útil de un edificio, ofreciendo oportunidades de desarrollo económico y social. Un caso pertinente de aplicación de estos conceptos por parte de las autoridades públicas es el municipio de Venlo (en los Países Bajos).

Principio de la cuna a la cuna

La municipalidad de **Venlo (Países Bajos)** está trabajando con todas las partes interesadas locales para demostrar que los procesos sostenibles en el sector de la construcción son posibles. [Venlo](#) ha adoptado el principio **de la cuna a la cuna (C2C)** siendo la primera región del mundo en hacerlo. El ayuntamiento C2C de Venlo se diseñó para ser desmontable, con vías de acceso definidas para los materiales seleccionados. Se han aplicado sistemas de depósito de devolución en los muebles. C2C también juega su papel dentro de la educación en Venlo. Para inspirar a una próxima generación de innovadores, las instituciones educativas de la región de Venlo han definido ambiciones comunes del concepto de la cuna a la cuna.



5.5 Fin de la vida útil : pensamiento circular

Auditorías previas a la demolición, planes de gestión de residuos, descontaminación, separación de fuentes, demolición selectiva, reutilización, remanufactura, reciclaje, simbiosis industrial son algunos de los [conceptos](#) para poner en marcha un pensamiento circular para la vida del más allá.

Recogida de ladrillos para su reutilización

La Región de **Odense (Dinamarca)** está llevando a cabo una acción de recogida de ladrillos para reutilizarlos en obras de servicios cívicos. Los ciudadanos pueden deshacerse de sus ladrillos (de actividades menores de construcción y demolición en casas particulares) a través de contenedores específicos.

Hay diversas actividades de comunicación (que incluyen también códigos QR en los contenedores) que abordan eficazmente el alcance de la iniciativa.

Esta acción se incluye como buena práctica en el proyecto INTERREG financiado por la UE, [Regiones para el Reciclaje](#).

Las ALR pueden facilitar eficazmente el logro de esos objetivos incluyendo en sus planes requisitos e incentivos específicos.

La adquisición circular es un instrumento eficaz para que los organismos reguladores locales gestionen la etapa final de la vida útil de manera sostenible. El documento "[Public Procurement for a circular economy - Good practice and guidance](#)" de la Comisión Europea puede servir de inspiración a las ALR sobre este tema.

Conclusión

La exploración del sector de la construcción es un viaje inspirador y las autoridades locales y regionales (ALR) tienen la responsabilidad de impulsar pautas sostenibles.

En el presente documento se señalan varias buenas prácticas de las autoridades locales y regionales que desempeñan un papel importante para lograr resultados sobresalientes.

Un fuerte compromiso político, con objetivos claros, es un punto de partida eficaz para establecer una estrategia. Hacer de la construcción sostenible una de las prioridades de la agenda política impulsará acciones concretas que hagan participar a todas las partes interesadas. Como siguiente paso, se deben poner en el punto de mira diversos elementos transversales, teniendo en cuenta las prioridades locales. Los modelos y principios de la economía circular tienen un enorme potencial para diseñar planes de acción adecuados que busquen la eficiencia de los recursos materiales. Los pilares de la sostenibilidad ayudan a afrontar el reto de abordar las dimensiones ambiental, social y económica.

La cooperación entre las autoridades regionales y locales, la participación de la sociedad civil y el compromiso de los interesados a lo largo de la cadena de valor de la construcción son los procesos clave para lograr la sostenibilidad.



Bibliografía

ACR+ (2015). General guidelines for integrated circular economy strategies at local and regional level.

Amsterdam Circular (2015). Amsterdam circulair een visie en routekaart voor de stad en regio.

Bio by Deloitte (2019). Livre Blanc de l'économie circulaire du Grand Paris.

Brian et al. (2015). Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. International Journal of Project Management 33(2015): 1170-1179. DOI: 10.1016/j.ijproman.2015.01.008.

Brussels Environment (2017). Économie circulaire dans le secteur de la construction à Bruxelles : état des lieux, enjeux et modèle à venir.

Circulair Noord-Holland (2016). Inzichten in het speelveld van de circulaire economie.

Circular Amsterdam (2016). A vision and action agenda for the city and metropolitan area.

CIRCULAR FLANDERS (2017) - Together towards a circular economy.

Circular Glasgow. A vision and action plan for the city of Glasgow (2016).

David Cheshire (2016). Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment, David Cheshire (AECOM), RIBA Publishing, 2016.

Deloitte (2017). Study on Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste - Final Report. Prepared for the European Commission, DG ENV.

EAE (2015). Position paper. Supporting the Development of Sustainable Buildings.

ECORYS (2016). EU Construction & Demolition Waste Management Protocol (as part of contract follow-up actions on the communication on sustainable competitiveness of the construction sector, this document was compiled on behalf of the European Commission - Directorate-General for Internal market, Industry, Entrepreneurship and SMEs).

Ellen MacArthur Foundation (2015). Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition.

European Commission (2011). Communication from the Commission to the Europe parliament, the council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions: Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM/2011/0571 final.

European Commission (2012). Communication from the Commission to the European Parliament and the Council: Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises. COM/2012/0433 final.

European Commission (2014) Communication from the Commission to the Europe parliament, the council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions on Resource efficiency opportunities in the building sector. COM/2014/0445 final.



European Commission (2018). Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings - EU Construction and Demolition Waste Management.

European Commission (2019). LEVEL(S) - Taking action on the TOTAL impact of the construction sector. DOI:10.2779/458570.

Eurostat (2017). Energy, transport and environment indicators. DOI: 10,2785/964100

IAU Ile-de-France (2013). Économie circulaire, écologie industrielle Éléments de réflexion à l'échelle de l'Île-de-France.

Leminen S., Westerlund M., Nyström A.G. (2012). Living Labs as Open-Innovation Networks. Technology Innovation Management Review. DOI: 10.22215/timreview/602.

London Waste & Recycling Board (2015). London, the circular economy capital. Towards a circular economy -context and opportunities.

OECD (2018): Global Material Resources Outlook to 2060 - Economic Drivers and Environmental Consequences. OECD Publishing, Paris.

Programme Régional en Economie Circulaire (2016). Mobiliser les ressources et minimiser les richesses perdues: pour une économie régionale innovante.

Prohaska, Thomas R., Lynda A. Anderson, and Robert H. (2012). Public Health for an Aging Society, Chapter: 10,. Binstock, pp.205-227.

UNEP (2010). Guidelines on education policy for sustainable built environments.

Upham, P, Oltra, C and Boso, À (2015) Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. Energy Research & Social Science, 8. 100 - 112. ISSN 2214-6296 <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.05.003>.

VTT-TECNALIA-RPA (2016). Technical and Economic Study with regard to the Development of Specific Tools and/or Guidelines for Assessment of Construction and Demolition Waste Streams prior to Demolition or Renovation of Buildings and Infrastructures - Final Report. Prepared for the European Commission, DG GROW.

Walloon sustainable development strategy (2016).

WTCB, CCBH (2017). Innovation paper. Circulair bouwen Naar een circulaire economie in de bouwsector.

Zero Waste Scotland (2019). Construction Sustainable Procurement Guidance.

