



Estrategias de producción sustentables en Chile/Europa para la Economía Circular en el Sector de la Construcción

Proyecto AL-INVEST Verde: Articulación y desarrollo de modelos de negocio sostenibles liderados por MiPymes, con oferta de productos y servicios sustentables beneficiando al sector de la construcción chileno en su transición hacia la economía circular.



Estrategias de producción sustentables en Chile/Europa para la Economía Circular en el Sector de la Construcción

Autores

Jose Espí-Gallart, Líder de Unidad, Eurecat

Cristian Riquelme, Investigador Avanzado, Eurecat

Felipe Parada-Molina, Investigador Avanzado, Eurecat

Coordinación

Ivonne Palma, Directora de Sostenibilidad y Economía Circular, Eurochile

Fabian Vallespín, Ejecutivo Proyectos Área Sostenibilidad y Economía Circular, Eurochile



Febrero 2024



Esta publicación ha sido financiada por la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente las opiniones de la Unión Europea.

No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.



Índice

1. Introducción: El paradigma de la economía circular y su incipiente influencia en el sector de la construcción	6
2. Economía Circular en el sector de la construcción en la Unión Europea	9
3. Economía Circular en el sector de la construcción en Chile	10
3.1 Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040.....	11
3.2 Hoja de Ruta 2022-2025 - Programa Construye 2025.....	11
3.3 Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035	12
4. Políticas en Economía Circular	13
4.1 Legislación exclusiva al sector constructivo de Europa	13
4.2 Legislación de aplicación general en Europa	15
4.3 Instrumentos de estandarización en Europa.....	17
4.4 Legislación chilena aplicable al sector constructivo	18
5. Estrategias de Economía Circular en el sector de la construcción ..	19
5.1 Etapa de diseño	19
5.2 Etapa de materiales de construcción.....	22
5.3 Etapa de fin de vida.....	25
6 Estrategias Privadas en EC	26
6.1 Casos de Éxito en EC presentes en Europa.....	26
Hormigón UHPC	26
Stepup	27
Ciment-catala.....	28
iClimaBuilt	29
6.2 Casos de Éxito de empresas con una visión de EC en Chile	30
Revaloriza	30
Ecológica	31

Axis 32

Dexfloor 33

7 Bibliografía 34

Abreviaciones y acrónimos

MTE	Material Técnico Especializado
ASCC	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
UE	Unión Europea
EC	Economía Circular
EL	Economía Lineal
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
MiPymes	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas



1. Introducción: El paradigma de la economía circular y su incipiente influencia en el sector de la construcción

La Economía Circular (EC) se define como un sistema basado en modelos empresariales que sustituyen el concepto de *fin de vida* por la reducción, reutilización alternativa, reciclaje y recuperación de materiales en los procesos de producción/distribución y consumo. Por lo cual, este sistema económico puede operar a nivel micro (productos, empresas, consumidores), meso (parques ecoindustriales) y macro (ciudad, región, nación), siendo su objetivo lograr un desarrollo sostenible, el cual implica crear calidad medioambiental, prosperidad económica y equidad social.

El impulso que ha tenido la EC en estos últimos años se debe a que a través de este paradigma se pretende pasar desde una Economía Lineal (EL) a una Circular. Esto, debido principalmente a que en una EL (tradicional) los recursos naturales son extraídos para producir nuevos materiales (primarios o vírgenes), los cuales son usados como insumos/materias primas para la fabricación de productos, y posteriormente cuando llegan a su final de su vida útil/uso son enviados a sitios de disposición finales (vertederos, rellenos sanitarios o incineradores) (ver Figura 1). En este sentido, la EC puede generar oportunidades para la renovación económica e industrial, y cubrir futuros riesgos de la cadena de suministro (recursos y materiales) (European Investment Bank., 2020).

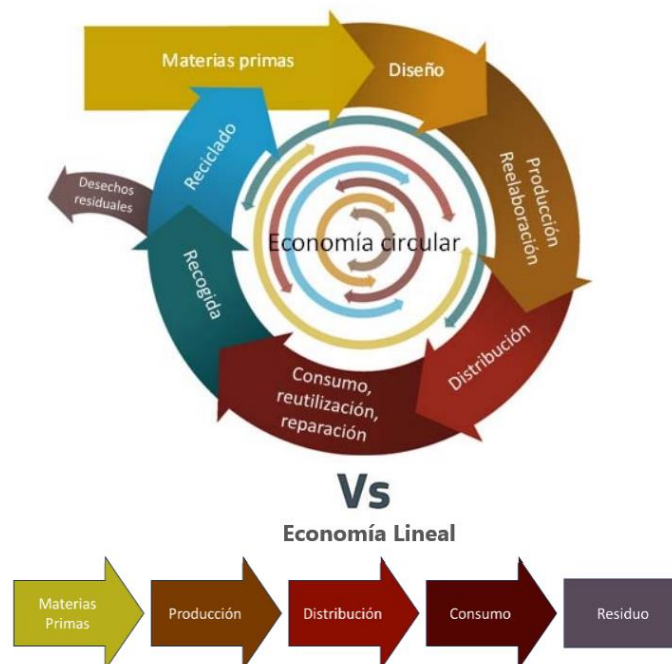


Figura 1. Concepto de Economía Circular y Economía Lineal. (adaptado de ECCA, 2016)

La Economía Circular ha sido aplicada en el transcurso de estos años a través de diversas estrategias, siendo una de estas el uso de las estrategias R. Las 10 R pueden agruparse en tres principales categorías: (1) aplicación práctica de materiales, (2) extensión de la vida útil del producto y (3) uso más eficiente de los productos, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estrategia de circularidad 10R (adaptado de Hosseini et al., 2023).

Categoría	Nivel de Circularidad	Estrategia	Definición
Uso y fabricación de productos	R1	Rechazar	Abandonar la función de un producto u ofrecer la misma función con un producto diferente para eliminarlo.
	R2	Repensar	Hacer el uso del producto más intensivo.
	R3	Reducir	Aumentar la eficiencia de la fabricación de productos utilizando menos recursos.
Prolongar la vida útil del producto y sus piezas.	R4	Reusar	Reusar el producto por otro consumidor en la función original.
	R5	Reparar	Reparar un producto defectuoso para utilizarlo en su función original.
	R6	Restaurar	Actualizar un producto antiguo.
	R7	Remanufacturar	Utilizar partes del producto desechado en productos nuevos en su función original.
	R8	Reutilizar	Utilizar partes de producto desechado en productos nuevos, en diferentes funciones.
Aplicación útil de materiales	R9	Reciclar	Procesar materiales para obtener igual o menor calidad.
	R10	Recuperar	Incineración y producción de energía.

Las categorías, R1, R2 y R3 son estrategias en las cuales se aplica el mayor nivel de circularidad en la etapa de diseño de los productos. Por otro lado, R4 a R8 son estrategias que se enfocan en prolongar la vida útil de los productos, mientras que

R9 y R10 son estrategias que se aplican en la fase de final de vida útil de un producto, de manera de evitar su disposición en rellenos sanitarios (Hosseini et al., 2023).

Para que las empresas puedan aplicar las estrategias de EC, deben conocer qué actividades y modelos de negocios se asocian a la EC. Para lograr lo anterior, la Unión Europea publicó en 2020 el documento “*Categorization System for the Circular Economy*”, el cual define mediante 14 categorías diversas actividades circulares que se organizan en cuatro modelos de negocios, tal como se observa en la Figura 2. Estos modelos se agrupan en (1) modelos de diseño circular, (2) modelos de uso óptimo, (3) modelos de recuperación de valor y (4) modelos de apoyo circular. El primero se centra en desarrollar y optimizar la circularidad de productos y procesos existentes, o nuevos a desarrollar. El segundo, aumenta el valor y el uso de un producto durante una vida útil más prolongada. El tercero, se enfoca en maximizar la recuperación, y reciclaje de productos y materiales en nuevos productos (o recursos) útiles. El cuarto, se centra en la gestión y coordinación de redes de valor circular y los flujos de recursos, y otras actividades de apoyo en una red circular (EIB, 2020).

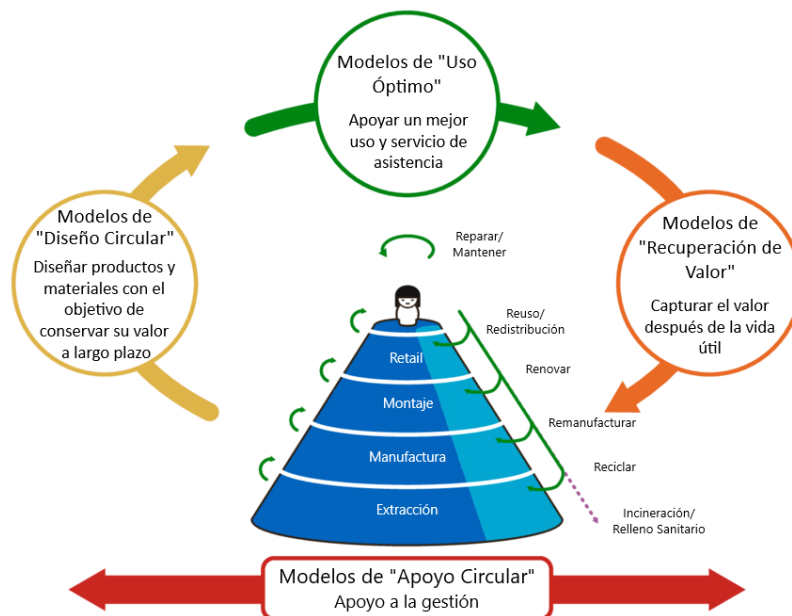


Figura 2. Modelos de economía circular en la cadena de valor. (adaptado de European Commission, 2020)

Por otra parte, dependiendo de la actividad económica, se pueden clasificar y calificar a las actividades de una empresa a través del Reglamento de Taxonomía de la UE, la cual establece las 4 condiciones generales que debe cumplir una actividad económica para ser considerada sostenible desde el punto de vista medioambiental. Estas condiciones son: (1) Contribución sustancial a los objetivos medioambientales, (2) Hacerlo sin dañar significativamente a otros objetivos medioambientales, (3) Dar Cumplimiento de requisitos técnicos mínimos de la UE, y (4) Cumplimiento de los requisitos de gobernanza sobre la transparencia de la

actividad económica. A través de esta taxonomía la UE puede definir si una empresa se encuentra operando de forma sustentable, para lo cual estas deben cumplir al menos con uno de los siguientes objetivos medioambientales:

- Mitigación del cambio climático
- Adaptación al cambio climático
- Uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos
- Transición a una economía circular
- Prevención y control de la contaminación
- Protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas

El cumplimiento de al menos uno de los objetivos (Figura 3) por parte de una empresa hace que sea clasificada como actividad sustentable, sin embargo, ésta no debe vulnerar los objetivos restantes. Es decir, si una organización tiene medidas de prevención y control de la contaminación no puede ser clasificada como sustentable si daña los recursos hídricos y marinos.



Figura 3. Sistema de clasificación taxonómica de la UE. (Adaptado de Morningstar Sustainalytics, 2023)

Dado lo anteriormente expuesto, el sector de la construcción ha ido incorporando diversas estrategias de EC las cuales no solo permiten lograr una mejora del perfil de sustentabilidad, sino que también mejoras a nivel operacional y económico.

2. Economía Circular en el sector de la construcción en la Unión Europea

La Comisión Europea ha planteado diversas directrices para abordar los problemas ambientales asociados a la industria de la construcción, y ha establecido objetivos de reducción de residuos de la construcción y la demolición, enfocándose en su identificación y separación adecuada (Comisión Europea, 2015a). Además, desde el año 2015 la Comisión Europea adoptó el primer plan de acción de EC (Comisión Europea, 2015b), dentro del cual se plantearon 54 acciones concretas para comenzar la transición desde una EL a una EC, dentro de las cuales algunas se asocian al sector de la construcción, tal como se señala en la

Tabla 2.

Tabla 2. Acciones en propuestas en el primer plan de acción de EC.

Acciones en Construcción y demoliciones	Calendario
1. Orientaciones para la evaluación previa a la demolición en el sector de la construcción.	2017
2. Protocolo de reciclado voluntario de todo el sector en materia de residuos de la construcción y la demolición.	2016
3. Indicadores clave para la evaluación del comportamiento medioambiental durante el ciclo de vida de un edificio, incentivos para su uso.	A partir de 2017

En 2020 se publicó el “Nuevo Plan de acción para la economía circular - por una Europa más limpia y más competitiva.”, el cual es uno de los principales elementos del Pacto Verde Europeo, que es el nuevo programa de Europa en favor del crecimiento sostenible (Comisión Europea, 2020).

3. Economía Circular en el sector de la construcción en Chile

Dentro de iniciativas de EC que se han desarrollado en Chile en el sector de la construcción se destacan aquellas asociadas a hojas de rutas (Figura 4a,b,c), las cuales tienen como objetivo cumplir determinadas metas en un determinado periodo. A continuación, se presentan iniciativas con un claro foco en el sector de la construcción chileno.



Figura 4. Hojas de rutas asociadas a la Economía Circular en la construcción de Chile. **a:** Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040; **b:** Hoja de Ruta 2022-2025 - Programa Construye 2025; **c:** Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035.

3.1 Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040

Fue creada por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), en conjunto con el Ministerio de Economía (MINECON), la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). El desarrollo de este documento contó con la participación de actores claves del espectro público, sector privado, la sociedad civil y la academia. Además, establece un conjunto de metas de largo y mediano plazo, las cuales se proponen realizar a través de 28 iniciativas, cada una con distintas acciones concretas, agrupándose estas en cuatro grandes ejes de acción: (1) innovación circular, (2) cultura circular, (3) regulación circular y (3) territorios circulares. Esta hoja de ruta plantea las siguientes acciones para el sector de la construcción:

- Impulsar el desarrollo de plataformas interactivas para el desarrollo de mercados de materiales secundarios.
- Elaborar y oficializar normas técnicas que faciliten la reutilización de materiales de construcción.
- Establecer mecanismos e incentivos para ampliar la base de residuos que son declarados en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos.
- Elaborar y dictar un reglamento sanitario sobre manejo de residuos de actividades de la construcción y demolición.
- Evaluar potenciales mecanismos de cobros, y su impacto, por la disposición final de residuos específicos.
- Incorporar, en la normativa de construcción de edificaciones residenciales, comerciales y de uso público, estándares mínimos de infraestructura y equipamiento para la separación y almacenamiento de residuos.
- Asegurar una disponibilidad adecuada de infraestructura, equipamiento y servicios de disposición final de residuos de construcción, y promover el desarrollo de instalaciones para la valorización de estos tipos de residuos.

3.2 Hoja de Ruta 2022-2025 - Programa Construye 2025

El Programa Construye2025 es impulsado por CORFO y tiene como propósito transformar al sector construcción desde la productividad y la sustentabilidad, para lograr un desarrollo nacional que impacte positivamente el ámbito social, económico y medioambiental del país.

Esta hoja de ruta propone una estructura base de trabajo para el período 2022 - 2025, el cual se basa en 3 ejes estratégicos (industrialización, sustentabilidad y transformación digital) y 2 ejes transversales (capital humano e innovación), los cuales son presentado en la Tabla 3.

Tabla 3. Ejes y estrategias de la hoja de ruta del proyecto Construye2025.

Iniciativa	Acciones
Ejes estratégicos	
Industrialización	Estandarización de componentes y procesos
	Desarrollo y promoción de proveedores
	Proyectos demostrativos
Sustentabilidad	Economía Circular en construcción
	Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)
	Reportabilidad y huella de carbono
Transformación digital	Macro-gestión basada en datos
	Promoción de Iniciativas Digitales Estructurales
Ejes transversales	
Capital humano	Oferta y demanda de formación para capital humano profesional y técnico
	Capacitación y Certificación
	Atracción, formación y retención de capital humano
Innovación	Promoción y desarrollo Startups
	Promoción de la Innovación Empresarial

3.3 Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035

Esta hoja de ruta nace del trinomio público, privado y academia, y recoge el mandato del gobierno, a través de sus instituciones, con el fin de favorecer el diálogo y buscar acuerdos amplios, y con un foco a largo plazo. Esta hoja de ruta tiene como propósito impulsar políticas de Estado en torno a la economía circular, integrando al sector privado y a la academia, promoviendo el trabajo colaborativo e integrado.

El documento establece 5 ejes estratégicos, los cuales tienen las siguientes metas a cumplir para el año 2035:

- Eje 1 - Ordenamiento y planificación sustentable del territorio: El ordenamiento y la planificación del territorio consideran el crecimiento de la edificación e infraestructura y los impactos que genera su construcción, estableciendo instrumentos que fomentan la economía circular y uso

eficiente de los recursos en las actividades productivas que se llevan a cabo en la región.

- Eje 2 - Coordinación y articulación pública: El 50% de la edificación e infraestructura pública nueva de Chile cuenta con criterios y atributos circulares, acreditados a través de certificaciones.
- Eje 3 - Ecosistemas y cadenas de valor sustentables y circulares: A nivel nacional, el 40% de la oferta de materiales, productos, piezas y componentes para la construcción cuenta con atributos circulares.
- Eje 4 - Necesidad de desarrollar y fortalecer plataformas de datos: El país cuenta con plataformas de trazabilidad de materiales y residuos para la economía circular del sector construcción.
- Eje 5 - Remediación ambiental para los impactos resultantes de la extracción de áridos: El país cuenta con programas a nivel regional para la remediación, restauración y mitigación de los riesgos generados por la extracción ilegal de áridos y disposición inadecuada de RCD.

4. Políticas en Economía Circular

Para poder regular las diferentes estrategias de sustentabilidad y economía circular en el área de la construcción, se han generado diversas acciones dentro de los marcos legales de cada país. Por ejemplo, a nivel de Europa y Chile se han definido estrategias regulatorias obligatorias y de carácter voluntario asociadas a la EC en la construcción, como también la adaptación de legislaciones preexistentes (gestión de residuos, eficiencia y transparencia) en temas de circularidad, teniendo Europa mayores avances en esta materia.

4.1 Legislación exclusiva al sector constructivo de Europa

A nivel europeo, el nuevo Plan de Acción para la Economía Circular, creado en el marco del Pacto Verde Europeo, ha servido de base para múltiples instrumentos legislativos en la Unión Europea (Parlamento Europeo, 2023). En este sentido, dentro del sector constructivo, hay cuatro instrumentos principales que hoy día definen la línea de acción dentro de la Unión Europea (UE). Tres de ellas corresponden a instrumentos aprobados y vigentes, y uno es un nuevo reglamento que se encuentra aún en proceso de aprobación por el Parlamento Europeo y el Consejo de la UE, los cuales son presentados en Tabla 4.

Tabla 4: Legislación aplicable específicamente al sector constructivo en Europa

Título	Año	Estado	Normativa
Directiva sobre el desempeño energético de los edificios	2010	Vigente	Directiva 2010/31/UE
Reglamento de productos de construcción	2011	Vigente	Reglamento (UE) n.º 305/2011
Nuevo reglamento de productos de construcción	2022	Propuesta	-
Taxonomía de la UE: 'Construcción de nuevos edificios'	2022	Vigente	-

La **Directiva 2010/31/UE**, propuesta en 2010, se centra en la eficiencia energética durante la etapa de uso de los edificios, debido a que esta fase puede llegar a tener el mayor impacto en el ciclo de vida de un edificio (Isasi et al., 2016). Esta directiva impulsa la creación de legislación que establece criterios de desempeño energético para los edificios.

El **Reglamento de Productos de Construcción (UE) n.º 305/2011** constituye la pieza legislativa más relevante en el sector. Esto, debido a que éste establece los primeros conceptos de “uso sostenible” de recursos naturales, así como los primeros llamados hacia la “recirculación” de los materiales resultantes tanto del proceso de construcción, como del fin de vida de las edificaciones. Por otra parte, en 2022 se propuso una **nueva versión del Reglamento de Productos de Construcción** la cual aborda con mayor detalle temáticas como “desempeño energético” y “eficiencia en el uso de materiales”, e incluye aspectos de EC como “reparación”, “reutilización”, “reciclaje” y “recuperación”. También destaca la necesidad de divulgar información sobre desempeño ambiental y seguridad de productos de construcción.

La **Taxonomía de la UE** constituye un marco bajo el cual recientemente se han comenzado a evaluar las inversiones (monetarias) que deseen ser calificadas como “inversiones sostenibles”. Dentro de esta Taxonomía, existe una categoría llamada “Construcción de nuevos edificios”, en la cual se especifican las metas que, como mínimo, deberán cumplir las inversiones para ser calificadas como “sostenibles”. Estas metas se asocian a consumo energético de los edificios, consumo de agua, divulgación de los impactos en el ciclo de vida y la implementación de estrategias de reutilización y reciclaje de residuos constructivos.

4.2 Legislación de aplicación general en Europa

La Tabla 5 presenta aquellos instrumentos legislativos con un ámbito de aplicación general a varias industrias, dentro de las cuales se ubica el sector constructivo, y que están directamente relacionadas con la Economía Circular.

Tabla 5: Legislación aplicable a múltiples industrias en el sector constructivo.

Título	Año	Estado	Normativa
Directiva de emisiones industriales	2010	Vigente	Directiva 2010/75/UE
Reglamento de Ecoetiquetado	2010	Vigente	Reglamento (CE) No 66/2010
Directiva sobre información no-financiera	2014	Vigente	Directiva 2014/95/UE
Directiva de Residuos y Vertederos	2018	Vigente	Directiva (UE) 2018/850
Propuesta de Reglamento sobre diseño ecológico de productos sostenibles	2022	Propuesta	-
Directiva de informes de sostenibilidad corporativa	2022	Vigente	Directiva (UE) 2022/2464

La **Directiva 2010/75/UE** (Directiva de Emisiones Industriales) se encarga de regular los límites de emisión de una extensiva lista de sustancias. En ese sentido, y desde una óptica del ciclo de vida de producto, los materiales de construcción forman parte del alcance de esta directiva. Por otra parte, el **Reglamento (CE) No 66/2010** (Reglamento de Ecoetiquetado de la UE) estandariza y regula la manera en que se pueden expedir etiquetas que comuniquen sobre el desempeño ambiental de los productos. Existen tres diferentes tipos de estas etiquetas (Figuras 5, 6 y 7) según lo señala la Generalitat de Catalunya, (2010):

- Etiqueta ecológica tipo I (norma ISO 14024) – Ecoetiquetas: Sistema voluntario de calificación ambiental que identifica y certifica de manera oficial que ciertos productos o servicios generan menores impactos sobre el medio ambiente. Estas etiquetas poseen un logo registrado que es otorgado por una autoridad administrativa, a las empresas que satisfacen sus criterios.



Figura 5. Tipos de Etiquetas Ecológicas Tipo I (Ubscode, 2023)

- Etiqueta ecológica tipo II (norma ISO 14021) - Autodeclaraciones ambientales: Indicación ambiental (logotipo, texto) avalada por el mismo fabricante o envasador, normalmente esta se encuentra asociada a una fase del ciclo de vida o a un aspecto concreto del producto (ej. "biodegradable", "reciclable", etc.).



Figura 6. Tipos de Etiquetas Ecológicas Tipo II (Ubscode, 2023)

- Declaraciones ambientales tipo III (norma ISO 14025): Son cuantificaciones ambientales que evalúan el ciclo de vida de los productos, y se basan en la serie de normas ISO 14040. Este tipo de etiquetas facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble del comportamiento ambiental de los productos.



Figura 7. Tipos de Etiquetas Ecológicas Tipo III (Ubscode, 2023)

La **Directiva 2014/95/UE**, como la **Directiva (UE) 2022/2464**, son instrumentos legislativos vigentes relacionados con la divulgación y transparencia de la información no-financiera de las empresas. Esto significa que permiten al público conocer no solo sobre el desempeño económico de las organizaciones, sino también la contabilidad de aspectos ambientales, sociales y de gobernanza relacionada a la operación diaria de las mismas. Actualmente, la **Directiva (UE) 2022/2464** (Directiva de informes de sostenibilidad corporativa), amplía los requerimientos de transparencia por parte de las empresas, e incorpora de forma escalonada a las pequeñas y medianas empresas.

La **Directiva (UE) 2018/850** (Directiva de Residuos y Vertederos) procura como cuerpo normativo reducir al máximo la cantidad de residuos que llegan a los vertederos, estableciendo mínimos de recuperación de recursos que deben darse,

variando según el tipo de residuo. Particularmente, el interés para el sector constructivo está en todo aquello referente a los “residuos de construcción y demolición”, según la tipología establecida por la UE.

Existe una propuesta en el Parlamento Europeo para un nuevo ‘Reglamento de Ecodiseño’, el cual vendría a sustituir el actual “Reglamento de Ecodiseño”. El actual Reglamento está mayormente enfocado en los productos relacionados a la energía, por esta razón, esta nueva propuesta incluye requerimientos para una mayor diversidad de categorías de producto. Particularmente, para los edificios se proponen normas complementarias sobre eficiencia energética, uso de recursos, requisitos de divulgación y transparencia, prevención y reducción de residuos.

4.3 Instrumentos de estandarización en Europa

Los instrumentos de estandarización sirven como herramienta de ejecución para cumplir con las normativas planteadas. Éstas, sirven de guía a las organizaciones sobre cómo implementar iniciativas que permitan alcanzar las ambiciosas metas que se han planteado a nivel europeo.

A continuación, se presenta una recopilación de estándares que están directamente relacionadas con el sector constructivo en la Unión Europea (Tabla).

Tabla 6: Resumen de estándares aplicables al sector de construcción en la UE

Siglas	Nombre
ISO 20887:2020	Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil — Diseño para desmontaje y adaptabilidad (DfD/A) — Principios, requisitos y orientaciones.
CEN-CENELEC / BS EN 15643:2021	Sostenibilidad de las obras de construcción. Marco para la evaluación de edificios y obras de ingeniería civil.
CEN CENELEC / BS EN 15978:2011	Sostenibilidad de las obras de construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Método de cálculo.
ISO/DIS 59004	Economía circular: terminología, principios y orientaciones para la aplicación.
BREEAM	Metodología de evaluación ambiental del establecimiento de investigación de edificios.
LEED	Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental.

4.4 Legislación chilena aplicable al sector constructivo

En la actualidad Chile no cuenta aún con un marco regulatorio específico de EC, por lo cual las actividades del sector de la construcción son reguladas por normas, leyes y decretos que regulan las actividades de construcción, asociándose algunos de ellos con temáticas medioambientales que se relacionan con la cadena de valor (ver Tabla 7).

Tabla 7. Normativas asociadas al área de construcción en Chile

Normativa	Descripción
Ley 20879/2015	Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos.
Ley 20920/2016	Establece un marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje.
Ley 19300/1994	Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente.
Resolución 5081/1993	Establece un sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales.
Decreto 1/2013	Aprueba reglamento del RETC (Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes).
Decreto 148/2004	Reglamento Sanitario sobre el manejo seguro de Residuos Peligrosos.
Decreto 75/1987	Supremo Establece condiciones para el transporte de cargas que indica.
Decreto 47/1992	Supremo Fija un nuevo texto de la ordenanza general de la ley general de urbanismo y construcciones.
Decreto 148/2004	Reglamento Sanitario sobre el manejo seguro de Residuos Peligrosos.
Decreto 40/2013	Supremo Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.
Norma 3322/2013	NCh Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos.
Norma 3562:2019	NCh Reglamento Sanitario sobre el manejo seguro de Residuos Peligrosos; consideraciones mínimas para la gestión de RCD no peligrosos.

Normativas de carácter voluntario se han desarrollado, y se encuentran en desarrollo, para el sector de la construcción. Por ejemplo, la NCh163:2013 – “Requisitos para áridos para morteros y hormigones”, se encuentra actualmente en actualización para integrar los áridos reciclados dentro de sus requisitos técnicos. Por otra parte, la NCh3727:2021 – “Gestión de residuos – Consideraciones para la gestión de residuos en obras de demolición y auditorías previas a obras de demolición”, establece las disposiciones generales para las etapas de una obra de demolición en relación a la gestión circular, considerando las características específicas del residuo generado. Paralelamente se encuentran en desarrollo un set de normas técnicas para identificar y establecer atributos e indicadores de circularidad en distintas escalas de la construcción (desde los materiales, pasando por sistemas constructivos, diseño de proyectos, hasta ciudades circulares) (MMA, 2023).

5. Estrategias de Economía Circular en el sector de la construcción

La aplicación de la EC en la construcción se ha llevado a cabo tanto en el área de la edificación como en la de construcción de infraestructuras, permitiendo esto la aplicación de diversas estrategias que ayudan a transitar desde un enfoque económico lineal a uno circular (Hosseini et al., 2023). No obstante, se ha identificado que hay tres importantes etapas que deben considerarse al momento de aplicar estrategias de EC en la construcción, siendo estas (1) etapa de diseño, (2) Etapa de materiales de construcción, y (3) etapa de final de vida útil, siendo estas descritas a continuación (Sáez-de-Guinoa et al., 2022).

5.1 Etapa de diseño

La etapa de diseño es una etapa clave y de gran influencia en los impactos ambientales y económicos de la construcción. En este sentido, las decisiones sobre el diseño de los productos determinan el grado de circularidad que estos tienen, y pueden diseñarse en base a la eficiencia de recursos y residuos, y a la eficiencia energética.

- Diseño basado en recursos y residuos
- a) Diseño por reutilización y recuperación: Se basa en la reutilización de materiales o el uso de materiales con un alto grado de reciclado dentro de las obras de construcción. Este puede ser aplicado también en edificaciones para nuevos propósitos (ej. transformar una fábrica en oficinas), permitiendo reducir las cargas ambientales que genera la construcción de una nueva edificación.

- b) Diseño fuera del sitio: Se refiere a la producción de productos fuera del sitio de construcción (materiales prefabricados, ver Figura 8), la cual ofrece beneficios como la reducción significativamente de residuos, principalmente debido al rápido montaje de las piezas. Por otra parte, se estima que los sistemas de prefabricación pueden reducir entre un 65 a 80% del total de residuos de construcción y demolición (Nußholz and Milios, 2017).



Figura 8. Productos prefabricados de hormigón usados en la construcción (CIA, 2023)

- c) Diseño para la optimización de materiales: El diseño se centra en utilizar de manera eficiente los materiales usados en los productos, permitiendo esto una menor elaboración de los productos, y consecuentemente una menor generación de sus residuos. En este sentido, los diseños de larga duración se enfocan en alargar la duración del producto, centrándose en su durabilidad física, mientras que los diseños de prolongación de la vida útil del producto se enfocan en extender el periodo de uso de los productos a través del uso de estrategias como la reutilización, mantenimiento, reparación y mejora el perfil técnico del producto.
- d) Diseño para adquisiciones eficientes de materiales: Se asocia a diseños generados a través de la interacción de diseñadores y ejecutores de las obras. Esto genera una coordinación entre ambas entidades, que permite diseñar productos de manera eficiente, y evitar la generación significativa de residuos de en las obras.
- e) Diseño para la deconstrucción y flexibilidad: Se relaciona con el hecho de que los diseñadores deben tomar en consideración el cómo recuperar materiales durante toda la vida útil de un edificio, es decir, como recuperar materiales cuando se realicen trabajos de mantenimiento, renovación o demolición de la edificación. Esto puede permitir significativas reducciones de residuos, especialmente si son usados productos prefabricados.
- Diseño para la eficiencia energética

El diseño de edificios considera como parte fundamental la eficiencia energética que debe tener la edificación, debido a que su climatización (calefacción y refrigeración) requiere importantes cantidades de energía para generar un clima

adecuado para los usuarios. Si bien el diseño de climatización de los edificios es importante para la eficiencia en el uso de la energía (para ahorrar costos), también lo es optimizar variables de diseño y parámetros de construcción presentados a continuación.

- a) Influencia de la forma en la optimización energética de los edificios: La forma en que son diseñados los edificios influye directamente en la optimización energética que estos tengan. Elasfour et al., (1991) dentro su investigación señaló que los edificios pueden aumentar hasta un 25% más su consumo energético para refrigeración, debido a la radiación energética que incide sobre estos. Por lo tanto, la forma del edificio influye directamente en las pérdidas energéticas que éste presente.
- b) Orientación: La orientación es un parámetro usado para el diseño de edificios solares pasivos, debido principalmente a que la edificación está estrechamente relacionada con el azimut de la pared del edificio (nivel de radiación solar recibida). Por lo cual, mediante una orientación óptima los edificios pueden tener los siguientes beneficios:
 - Generar una menor demanda de energía eléctrica
 - Tener un mayor rendimiento de otras técnicas pasivas complejas
 - Tener mayor cantidad de luz natural
 - Reducir el uso de calefacción interna en los edificios
 - Mejorar el rendimiento de colectores solares
- c) Influencia de la envolvente del edificio en la demanda energética: La envolvente del edificio (superficie envolvente que separa el interior del exterior, ver Figura 9a) y el tiempo de funcionamiento del sistema de climatización, son factores claves del consumo total de energía que tienen los edificios. La calidad que presente la envolvente permitirá tener determinadas condiciones climáticas en el interior de las edificaciones, las cuales influyen en la demanda energética que esta necesite para la climatización. Ante lo anterior, el diseño adecuado de los elementos que componen la envolvente puede generar impactos positivos respecto a requerimientos energéticos de edificios.
- d) Acristalamiento: El acristalamiento de ventanas, es decir el uso de hojas de vidrio u otro material transparente colocadas en marcos como puertas, ventanas, etc., es considerado uno de los puntos de control térmico con mayor debilidad de los edificios (Figura 9b). Por lo tanto, es importante considerar en el diseño de acristalamiento parámetros como la transferencia de calor, confort térmico, transmisión de luz y apariencia. También se debe tener en cuenta que acristalamientos que reducen la entrada de radiación solar disminuyen la demanda de refrigeración en verano, pero en invierno

pueden incrementar el uso de calefacción debido a la dificultad de utilizar la energía solar como calefacción pasiva.

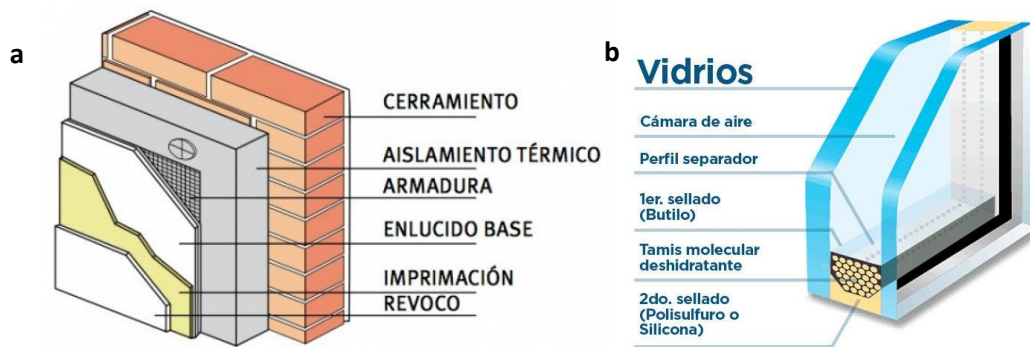


Figura 9. a: Ejemplo de Envoltente usado en edificaciones (Certicalia, 2023); b: Ejemplo de Acristalamiento (Hogarsense, 2023)

- e) **Sistemas pasivos:** Se basan principalmente en el movimiento convectivo natural producido por las diferentes densidades de aire frío y caliente. Este tipo de sistemas presenta una transferencia pasiva de calor simple y de bajo costo, permitiendo que la relación entre el consumo de energía y el consumo total de la instalación sea relativamente baja. Ante lo anterior, se destaca la importancia de seleccionar un diseño que tenga una correcta relación ventana-pared y material de acristalamiento adecuado.

5.2 Etapa de materiales de construcción

Dentro del sector de la construcción se reconoce que un enfoque basado en la reutilización, el reciclaje y otras prácticas de recuperación generan beneficios ambientales, reducción de recursos naturales, ahorro energético y oportunidades de negocios. Por lo cual, es fundamental que los materiales de construcción estén diseñados para tener una larga vida útil, y puedan reciclarse y/o utilizar materiales secundarios. En este sentido, estrategias como la reutilización, reciclaje recuperación energética, reducción y reparación pueden cumplir este propósito.

a) Reutilizar: La estrategia se basa en recuperar materiales de construcción para volver a ser usados en su función original. Estos materiales pueden volverse a utilizar sin requerir necesariamente un paso intermedio (o proceso adicional), pudiendo utilizarse los siguientes procesos para la reutilización:

- Desarrollar un plan que tenga información que facilite el desmantelamiento y/o modernización de los materiales.
- Uso de sistemas estructurales simples, como también componentes modulares estandarizados.
- Uso de materiales duraderos, y cuya recuperación es clave para su reutilización en la construcción.
- Realizar en las obras de construcción conexiones que sean más visibles y accesibles.

- Reducir el uso de algunos tipos de materiales, como por ejemplo disminuir el uso de selladores y adhesivos, y reemplazarlos por sujetadores mecánicos (ej. tornillos, pernos y clavos).
- Asegurar los procesos de adecuación, reparación y desmontaje del edificio mediante la planificación de tareas.

b) Reciclaje: El reciclaje es una estrategia que se enfoca en recuperar materias primas desde los residuos (de igual o menor calidad), y presenta beneficios ambientales como la reducción de la demanda de materias primas (junto con su consumo de energía asociado) y la reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios. Actualmente, se estima que esta estrategia permite reciclar en obras de construcción (a nivel global) 59%, 33% y 37% de acero, aluminio y cobre, respectivamente (Herczeg et al., 2014).

Los procesos de reciclaje pueden clasificarse en tres tipos. (1) Reciclaje en circuito cerrado, en el cual el material recuperado puede sustituir al material virgen indefinidamente. (2) Reciclaje de circuito semicerrado, donde el material recuperado puede reemplazar hasta un determinado nivel el material virgen original. (3) Reciclaje en circuito abierto, en el que parte del material se recupera y puede ser utilizado para un nuevo propósito. La Figura 10 muestra una planta de reciclaje de residuos de la construcción y demolición.



Figura 10. Planta de recuperación de residuos de la construcción y demolición en San Bernardo, Chile (Greenrec, 2023)

c) Recuperación de energía: La recuperación de energía es una estrategia que suele ser una de las últimas opciones a utilizar en términos de economía circular. Esto debido a que consiste en la incineración de materiales con alto potencial calorífico, como la madera y plásticos, los cuales pueden permitir la producción de energía térmica o eléctrica. Dado lo anterior, se recomienda usar la recuperación de energía como último recurso.

d) Reducir: Una de las estrategias más importantes de la circularidad es la de reducción, teniendo incluso una mayor prioridad que el reciclaje. Medidas que pueden ser utilizadas para para reducir la producción y/o demanda de materiales de construcción se presentan a continuación:

- Diseñar productos que puedan usar sólo los materiales necesarios, y evitar el uso de materiales extras, pero siempre considerando el cumplimiento de las normativas técnicas de cada país. Ejemplo de esto, puede ser el diseñar productos de construcción que no estén sobredimensionados.
- Diseñar edificios que sean lo suficientemente flexibles para adaptarse a las necesidades desconocidas del futuro, y que al mismo tiempo tengan un diseño atractivo. Esto permite alargar la vida útil de los edificios, como también reducir costos, emisiones, energía y materiales (evitando por ejemplo demoliciones por temas estéticos).
- Reutilización de los principales materiales de construcción (acero, hormigón armado, madera y mampostería), permitiendo reducir el uso de nuevos materiales.

También pueden ser usadas las siguientes medidas de reducción en los sitios de construcción, para evitar la generación de desperdicio y pérdida de materiales:

- Mantener un manejo y almacenamiento adecuado de los materiales.
- Preparar el sitio de construcción para la recepción de materiales, evitándose de esta manera problemas como desorden, desperdicio y pérdida de materiales.
- Evitar en lo posible pedidos excesivos de materiales, y solicitar a los proveedores la reducción del embalaje de los productos que llegan al sitio de construcción.

e) Reparar: La reparación es una de las estrategias más importantes para prolongar la vida útil de los materiales y componentes (siempre y cuando los daños no sean considerables). En este sentido, un buen diseño para mantenimiento y reparación de productos permite que estos puedan permanecer en buen estado durante más tiempo que aquellos que no lo tienen, significando esto una menor demanda de materiales (ver Figura 11). Las técnicas de reparación más comunes son mencionadas a continuación:

- Reparación de defectos (ej. grietas).
- Reparación de elementos como tuberías de agua, tuberías de gas, cableado eléctrico, entre otros.
- Reconstrucción de muros no estructurales, muros delimitadores, etc.
- Re-enyesado de paredes (si es necesario).



Figura 11. Ejemplo de reparación de muros de estructuras en obras de construcción (LCC, 2023)

5.3 Etapa de fin de vida

La fase de fin de vida en el sector de la construcción se caracteriza por presentar una elevada generación de residuos, los cuales deben ser valorizados para ser integrados en la cadena de valor. Las prácticas más usadas en esta fase son principalmente la demolición convencional y la demolición selectiva, las cuales son descritas a continuación:

- a) Demolición convencional: Es el método mayormente utilizado, pero presenta la desventaja de no separar materiales recuperables, por lo tanto, a través de este se presentan dificultades para realizar una recuperación selectiva de materiales (ver Figura 12a).
- b) Demolición selectiva: El método considera el desmontaje de componentes y materiales, permitiendo esto una fácil recuperación de estos productos. Esta estrategia permite el desmontaje de materiales valorizables y la demolición de elementos estructurales (ver Figura 12b).
- c) Auditorías previas a la construcción/demolición también pueden ser usadas en la etapa de fin de vida. Esto permite reducción de generación de residuos, debido a que permiten planificar e implementar estrategias de gestión de residuos, y generar un potencial ahorro de costos.



Figura 12. a: Demolición convencional (Conarsac, 2023); b: Demolición selectiva (Archdaily, 2023).


6 Estrategias Privadas en EC


Las diferentes estrategias de EC mencionadas en el presente documento han sido aplica en diferentes tipos de industrias y proyectos, los cuales han permitido reducir el consumo de materias primas desde la naturaleza, y han dado la posibilidad de generar nuevos mercados. En base a lo anterior, se presenta a continuación casos de éxito de Europa y Chile donde se ha aplicado la EC en el sector de la construcción.


6.1 Casos de Éxito en EC presentes en Europa

Caso de estudio	1
Nombre de la iniciativa	Hormigón UHPC
Página web	https://eurecat.org/wp-content/uploads/2020/11/Eurecat_ExperienciaensectorConstruccion.pdf
Área	Producción de materiales sustentables
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología, proveedores de materias primas y servicios
Descripción	Se ha desarrollado un hormigón de altas prestaciones que puede calentarse de manera autónoma, siendo un 60% más ligero que el hormigón tradicional. Este nuevo material tiene un tejido diseñado que le permite transmitir información, luz o calor. Además, evita la formación de placas de hielo en el exterior de una construcción, mejorando la seguridad y el confort, y reduciendo el gasto energético. También proporciona una mayor resistencia a la flexión y tracción, con un menor grosor.
Aplicación en Chile	La implementación de materiales más sustentables, durables e inteligentes es uno de los pilares del desarrollo de la EC, y el cual Chile tiene el potencial de implementar dado su auge en el sector de la construcción. En este sentido es necesario tomar este tipo de ejemplos extranjeros para aplicarlos en el mundo público y privado. Por ejemplo, las universidades o centro de investigación pueden desarrollar innovación en la construcción, mientras que el mundo privado puede invertir en la implementación de este tipo de innovación.





Caso de estudio	2
Nombre de la iniciativa	Stepup 
Página web	https://www.stepup-project.eu/
Área Potenciales involucrados	Consumo eficiente <ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Propietarios y usuarios de edificios · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología, proveedores de materias primas y servicios
Descripción	El proyecto StepUP tiene el objetivo de desarrollar soluciones y tecnologías que incentiven la renovación energética con foco en la descarbonización de los edificios actuales, generando una inversión fiable, atractiva y sostenible. El proyecto desarrolla tecnologías y soluciones que hacen que la renovación de edificios sea más accesible y atractiva, utilizando circuitos de retroalimentación y un enfoque basado en datos para minimizar deficiencias, reducir riesgos y mejorar la eficiencia energética y la calidad ambiental interior.
Aplicación en Chile	En Chile existe una gran posibilidad de aplicación de nuevas tecnologías asociadas a la inteligencia artificial enfocado en la optimización económica y el uso de nuevos materiales disponibles en el mercado chileno. Si a este proceso de optimización se le agregan el reemplazo de energía convencionales por renovables es posible mejorar los resultados en términos de sustentabilidad.

Caso de estudio	3
Nombre de la iniciativa	Ciment-catala  Ciment Català
Página web	https://ciment-catala.org/sostenibilidad/
Área Potenciales involucrados	Materias primas secundarias <ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología, proveedores de materias primas y servicios
Descripción	Ciment Català es la Agrupación de Fabricantes de Cemento de Cataluña, la cual agrupa cuatro empresas de Cataluña que producen el material industrial de construcción. Promueve el crecimiento económico, protección ambiental y responsabilidad social. Las fábricas de cemento reciclan subproductos industriales, evitando que lleguen a vertederos, y aprovechan la energía de estos residuos de manera más eficiente que las incineradoras, ya que el proceso de fabricación de cemento implica altas temperaturas. También integran las cenizas y escorias generadas en el producto final, promoviendo la economía circular.
Aplicación en Chile	Actualmente en Chile se está evaluando ampliar el uso de residuos en el concreto para la construcción, iniciativas como Ciment Catala, mejora la interacción de empresas del mismo rubro, sobre todo cuando hablamos del material de construcción más utilizado. En este sentido mejoras a nivel de asociaciones de productores de materiales podrían tener un gran impacto a nivel ambiental, económico y social.

Caso de estudio	4
Nombre de la iniciativa	<p>iClimaBuilt</p> 
Página web	https://iclimabuilt.eu/
Área	Producción de materiales sustentables
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Propietarios y usuarios de edificios · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología, proveedores de materias primas y servicios
Descripción	<p>Establece un ecosistema empresarial que conecte a expertos de diferentes áreas y promueva la cooperación interdisciplinaria. Sus seis componentes principales abarcan el desarrollo de materiales para mejorar el rendimiento térmico de edificios, diseños personalizables y sistemas técnicos modulares, estrategias de seguimiento, difusión de productos validados, acceso a financiamiento y la integración de medidas para lograr edificios sostenibles y eficientes. Este enfoque integral busca facilitar la transición hacia edificios más respetuosos con el medio ambiente, fomentando la colaboración entre proveedores y usuarios para satisfacer las necesidades de los clientes.</p>
Aplicación en Chile	<p>Actualmente fomenta la interacción de diversas empresas, lo que es esencial para un establecimiento adecuado de la EC. En este sentido Chile, tiene un amplio margen de mejora asociado al establecimiento de estas nuevas redes empresariales. Del mismo modo, tener presente nuevas técnicas de diseño para la construcción es un componente crítico para el desarrollo de la EC en esta área.</p>

6.2 Casos de Éxito de empresas con una visión de EC en Chile

Caso de estudio	5
Nombre de la iniciativa	Revaloriza
Página web	https://www.revaloriza.cl/ 
Área	Producción de materiales sustentables
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología
Descripción	<p>Empresa que optimiza e incrementa eficiencias en el uso de recursos con la finalidad de minimizar la producción de residuos e impactos socioambientales que se generan a través de la cadena de procesos. Esto es posible gracias al uso de tecnología de alta gama que transforma residuos en recursos, eliminando el concepto de disposición final e impulsando la reutilización, renovación, remanufactura, reciclaje y el desarrollo de proyectos circulares.</p>

Caso de estudio	6
Nombre de la iniciativa	<p>Ecológica</p> 
Página web	https://ecologica.cl/
Área	Producción de materiales sustentables
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Propietarios y usuarios de edificios · Equipo de construcción
Descripción	<p>Empresa líder en gestión integral de residuos con una amplia red nacional e internacional. Enfocada en maximizar la valorización, garantiza continuidad operativa y centralización de datos. Dispone de tres plantas de pretratamiento de residuos, destacando valorización y eficiencia logística. Su software propio brinda información detallada de residuos. Ofrece herramientas para cambio cultural y servicios de mejora en la recuperación de residuos.</p>

Caso de estudio	7
Nombre de la iniciativa	Axis
Página web	https://www.axisdc.cl/#
Área	Materias primas secundarias
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Propietarios y usuarios de edificios
Descripción	<p>AXIS Desarrollos Constructivos se destaca por su enfoque en la innovación, la industrialización y la economía circular. Sus metas incluyen limitar la generación de residuos a menos de 0,12 m³/m² y valorizar al menos el 20% de los residuos. También promueve las 3R (reutilizar, reducir y reciclar) y la educación sobre gestión de residuos. Poliestirec, una empresa impulsada por el programa AxisOpenlab, la cual recicla poliestireno en pinturas y revestimientos.</p>



Caso de estudio	8
Nombre de la iniciativa	Dexfloor
Página web	https://dexfloor.cl/
Área	Producción de materiales sustentables
Potenciales involucrados	<ul style="list-style-type: none"> · Organismos públicos y privados · Propietarios y usuarios de edificios · Equipo de diseño y construcción · Proveedores de tecnología, proveedores de materias primas y servicios
Descripción	Dexfloor presenta un reciclaje de plástico, en el contexto de economía circular, en el cual gestiona residuos de otras industrias, separado, transportando y procesando el plástico para generar placas de plástico. Este producto elaborado por Dexfloor es utilizado como superficie antideslizante (especiales para eventos deportivos), y es usado en faenas mineras o industriales, debido a su resistencia al alto tránsito peatonal y de maquinarias.



7 Bibliografía

Archdaily, 2023. Giving Demolished Building Materials a New Life through Recycling. <https://www.archdaily.com/943293/giving-demolished-building-materials-a-new-life-through-recycling> (accessed 4.12.23)

Certicalia, 2023. ¿Qué es la envolvente térmica de un edificio?. URL <https://www.certicalia.com/blog/envolvente-termica-edificio> (accessed 28.9.23)

CIA, 2023. Centro Integral del Azulejo. Prefabricados de hormigón. URL <https://centrointegraldelazulejo.com/prefabricados-hormigon.html> (accessed 4.10.23)

Comisión Europea, 2020. Nuevo Plan de acción para la economía circular -por una Europa más limpia y más competitiva. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social Europeo y al comité de las regiones.

Comisión Europea, 2015a. Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones.

Comisión Europea, 2015b. ANEXO - Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones.

Conarsac, 2023. Materiales de demolición: qué se utiliza y cuáles se pueden recuperar. <https://conarsac.com/blog/materiales-de-demolicion/> (accessed 15.11.23)

ECCA, 2016. Adopting Circular Economy for internationalization and global competitiveness of European SMEs in Building and Construction. Deliverable 2.1: Circular Constrution - preliminar review.

Elasfour, A.S., Maraqa, R., Tabbalat, R., 1991. Shading control by neighbouring buildings: application to buildings in Amman, Jordan. International Journal of Refrigeration 14, 112-116. [https://doi.org/10.1016/0140-7007\(91\)90083-S](https://doi.org/10.1016/0140-7007(91)90083-S)

European Commission. Directorate General for Research and Innovation., 2020. Categorisation system for the circular economy: a sector agnostic categorisation system for activities substantially contributing to the circular economy. Publications Office, LU.

European Investment Bank., 2020. The EIB circular economy guide: supporting the circular transition. Publications Office, LU.

Generalitat de Catalunya, 2010. Tipo de etiquetas ecológicas [WWW Document]. Medio Ambiente y Sostenibilidad. URL http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/ecoproductes_i_ecoserveis/etiquetatge_ecologic_i_declaracions_ambientals_de_producte/tipus_d_etiquetes_ecologiques/index.html (accessed 9.22.23).

Greenrec, 2023. Greenrec-Lepanto presenta su nuevo sistema de trazabilidad de residuos: RT-Track. URL <https://greenrec.cl/greenrec-lepanto-presenta-su-nuevo-sistema-de-trazabilidad-de-residuos-rt-track/> (accessed 12.12.23).

Herczeg, M., McKinnon, D., Milios, L., Bakas, I., Klaassens, E., Svatikova, K., Widerberg, O., 2014. Resource efficiency in the building sector - Final report. Copenhagen Resource Institute, Ecorys and Triple E Consulting, Rotterdam.

Hogarsense, 2023. Tipos de vidrios para ventanas. URL <https://www.hogarsense.es/ventana/tipos-de-vidrio> (accessed 11.8.23).

Hosseini, Z., Laratte, B., Blanchet, P., 2023. Implementing circular economy in the construction sector: Evaluating CE strategies by developing a framework. BioRes 18, 4699–4722. <https://doi.org/10.15376/biores.18.3.4699-4722>

Isasi, X.O., Tenorio, J.A., Gazulla, C., Zabalza, I., Cambra, D., Leao, S.O., Mabe, L., Otero, S., Raigosa, J., 2016. SOFIAS – Herramienta para el análisis de ciclo de vida y la calificación ambiental de edificios. Informes de la Construcción 68, e151 – e151. <https://doi.org/10.3989/ic.15.055>

LCC, 2023. La cuarta constructor. <https://constructor.lacuarta.com/paso-a-paso/cual-es-el-proceso-para-reparar-las-molestas-grietas-de-un-muro-de-concreto.html> (accessed 20.12.23).

MMA, 2023. Ministerio de Medio Ambiente. Economía Circular. URL <https://economiecircular.mma.gob.cl/construccion/> (accessed 9.11.23).

Morningstar Sustainalytics, 2023. EU Taxonomy Solution [WWW Document]. [sustainalytics.com. URL https://www.sustainalytics.com/investor-solutions/esg-research/eu-sustainable-finance-action-plan-solutions/eu-taxonomy-solution](https://www.sustainalytics.com/investor-solutions/esg-research/eu-sustainable-finance-action-plan-solutions/eu-taxonomy-solution) (accessed 9.27.23).

Nußholz, J., Milios, L., 2017. Applying circular economy principles to building materials : Front-running companies’ business model innovation in the value chain for buildings.

Parlamento Europeo, 2023. Economía circular: definición, importancia y beneficios [WWW Document]. URL <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios> (accessed 9.22.23).

Sáez-de-Guinoa, A., Zambrana-Vasquez, D., Fernández, V., Bartolomé, C., 2022. Circular Economy in the European Construction Sector: A Review of Strategies for Implementation in Building Renovation. *Energies* 15. <https://doi.org/10.3390/en15134747>

Ubscode, 2023. ¿Qué son las ecoetiquetas y cómo incorporarlas en mis productos?. URL <https://www.ubscod.es/es-es/news/140/que-son-las-ecoetiquetas> (accessed 24.11.23).



UNIÓN EUROPEA

AL-INVEST Verde es un programa de la Unión Europea (UE) que promueve el crecimiento sostenible y la creación de empleo en América Latina, apoyando la transición hacia una economía baja en carbono, eficiente en recursos y más circular. A través del Componente 1, liderado por sequa, el programa gestiona fondos para la implementación de proyectos innovadores de organizaciones empresariales para impulsar prácticas sostenibles en el sector privado (pymes) de América Latina.

www.alinvest-verde.eu

Líder del Consorcio Ejecutor del Componente 1

