



Certificaciones del sector de construcción vinculadas a la Economía Circular e indicadores ambientales de carácter circular asociados a productos del sector construcción.



Autores

Felipe Parada-Molina, Investigador Avanzado, Eurecat

Cristian Riquelme, Investigador Avanzado, Eurecat

Jose Jorge Espí Gallart, Líder de Unidad, Eurecat

Apoyo

Ivone Palma, Directora de Sostenibilidad y Economía Circular, Eurochile

Bianca Arancibia, Jefa de proyecto de Sostenibilidad y Economía Circular, Eurochile

Fabian Vallespín, Ejecutivo de proyecto de Sostenibilidad y Economía Circular, Eurochile



Junio 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	6
2	Guía para certificaciones e indicadores ambientales	8
3	Circularidad, sistemas de indicadores y certificaciones en el sector de la construcción	14
3.1	Indicadores para la métrica de la circularidad en sector de la construcción	
	16	
3.1.1	Indicador de circularidad de materiales (MCI)	16
3.1.2	Indicador de circularidad de edificios (BCI)	17
3.1.3	Indicador de circularidad completa del edificio (WBCI)	17
3.1.4	Marco europeo: LEVEL(S).....	17
3.2	Indicadores ambientales	19
3.2.1	Huella de carbono	19
3.2.2	Eficiencia energética	21
3.2.3	Eficiencia hídrica.....	22
3.2.4	Gestión de residuos	23
3.3	Certificaciones	25
3.4	Certificaciones nacionales	31
3.4.1	Certificación Edificio Sustentable (CES)	31
3.4.2	Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)	33
3.5	Certificaciones internacionales / europeas.....	35
3.5.1	Certificación BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) - Reino Unido.	37
3.5.2	Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) - Estados Unidos.	40
3.5.3	Certificación WELL Building Standard – Estados Unidos	42
3.5.4	Certificación DGNB – Alemania	45
3.5.5	Certificación Verde – España	47
3.5.6	Taxonomía Unión Europea	48

3.5.7	Certificación Excellence In Design For Greater Efficiencies (EDGE)	50
3.5.8	Certificación Passivhaus.....	52
3.5.9	Otras certificaciones relacionadas	54
4	Contraste de certificaciones	55
5	Lecciones aprendidas	58
6	Anexo 1	61
6.1	Búsqueda de certificaciones e indicadores ambientales.....	61
6.1.1	Búsqueda: motores y patrones	61
7	Bibliografía	64

Abreviaciones y acrónimos

BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
WELL	Es un sistema de certificación que se centra en el impacto de los edificios en la salud y el bienestar humano.
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
VERDE	Es un sistema de certificación español que evalúa la sostenibilidad de Edificios
Taxonomía	Sistema que evalúa la sostenibilidad ambiental de actividades económicas en Europa
EDGE	Excellence In Design For Greater Efficiencies
CVS	Certificación De Vivienda Sustentable
CES	Certificación Edificio Sustentable



1 Introducción

El sector de la construcción enfrenta una problemática significativa en términos de consumo de recursos (Pomponi and Stephan, 2021). En la Unión Europea, la construcción y el uso de edificios son responsables de aproximadamente la mitad de los materiales extraídos y de la energía utilizada, y cerca de un tercio del agua consumida (European Commission, n.d.). Este sector también genera alrededor de un tercio de todos los residuos, ejerciendo una presión ambiental considerable en todas las etapas del ciclo de vida de los edificios, desde la fabricación de productos de construcción hasta la gestión de los residuos en su decomiso (European Commission, 2020).

Ante este panorama, surge la iniciativa del 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”. Esta iniciativa tiene como objetivo fortalecer el encadenamiento de MiPymes y sus organizaciones empresariales que tengan o busquen tener una oferta de productos sustentables, promoviendo, capacitando e implementando prácticas sustentables y de economía circular inspirándose de experiencias exitosas europeas. En este sentido, el fomento de estrategias circulares para que las empresas del sector utilicen de manera eficiente los recursos y reduzcan su impacto ambiental como la adecuada gestión de residuos, el ecodiseño de materiales, la optimización de recursos energéticos e hídricos en el sector de la construcción son entregadas a los beneficiarios de la iniciativa para cumplir dicho objetivo. Esto debido a que estrategias de gestión de residuos pueden fomentar el ecodiseño de productos y la elección de materiales de construcción menos contaminantes, el incremento del contenido reciclado de los productos y materiales de construcción, diseños flexibles y adaptables de edificios para aumentar su vida útil, y el incrementar en la reutilización y reciclado de residuos de obras de demolición. Por otra parte, estrategias de gestión de agua pueden reducir el consumo de este insumo en la fabricación y uso de productos de construcción, permitiendo un uso eficiente del recurso. Finalmente, estrategias de gestión energéticas pueden reducir los consumos de energía principalmente en la etapa de uso de edificaciones. Lo anterior permite que la carga ambiental de productos de construcción disminuya, y que además este puede servir como evidencia para certificaciones de construcción (asociados a sustentabilidad) que muestran

el rendimiento de productos de construcción, como por ejemplo edificaciones.

A nivel global, existen numerosas iniciativas que han establecido importantes aportes asociados a la certificación de la construcción sustentable. Entre ellas, se destaca la certificación *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que se enfoca en determinar el origen de los materiales, la eficiencia energética, la habitabilidad y el confort, entre otros aspectos. Otra certificación destacable es WEEL, la cual se centra en la habitabilidad y el confort de los espacios dentro de las edificaciones. En Chile, también se utilizan certificaciones internacionales y nacionales, que se alinean con las estrategias de sustentabilidad en el sector de la construcción. En este sentido, el presente documento tiene como objetivo caracterizar las certificaciones más relevantes en la actualidad, con el propósito de entregar una guía de referencia para los usuarios que busquen información sobre certificaciones e indicadores ambientales asociados a la sustentabilidad y economía circular en el sector de la construcción. .



2 Guía para certificaciones e indicadores ambientales

El presente documento es una guía para los diferentes tipos de usuarios o stakeholders del proyecto AL-INVEST Verde Construcción, con el objetivo de ofrecer una herramienta práctica que permita conocer las diferentes certificaciones a nivel nacional e internacional que evalúan criterios de la sustentabilidad en el marco del sector de la construcción, generando así un apoyo para la selección y conocimiento de éstas.

Para la confección de esta guía se ha realizado un trabajo de búsqueda y recopilación de información que ha permitido determinar cuáles son los principales indicadores y certificaciones que se utilizan en el sector de la construcción. Además, se analizaron indicadores específicos de circularidad aplicables a este sector.

Posteriormente se procesó la información y se estructuró de manera de que los diferentes usuarios puedan acceder a ella y, en función de sus necesidades, tengan la oportunidad de encontrar información relevante de forma ágil, resolver sus dudas y vehicular sus esfuerzos para con las entidades certificaciones correspondientes.

A lo largo de esta guía, se presentan detalladamente las certificaciones e indicadores que han sido objeto de estudio, abordando tanto los aspectos teóricos como prácticos. Cada sección incluye un resumen exhaustivo de la información recopilada, así como las fuentes correspondientes de dicha información. Este enfoque garantiza una comprensión integral y fundamentada de los conceptos tratados.

En la Matriz de búsqueda (Tabla 1) se presentan las certificaciones e indicadores ambientales para consultar de forma sencilla según grupo de interés. Si bien no siempre es posible encontrar certificaciones o indicadores específicos para cada sector, la utilización de herramientas genéricas y su adaptación permite a las empresas realizar un análisis de desempeño ambiental y explorar mejoras a través de la incorporación de estrategias circulares que les proporcionará una ventaja competitiva en un mercado cada vez más enfocado en la sostenibilidad.

Dentro de la Tabla 1 la información se estructura de la siguiente forma:

- Ítem: Esta columna describe si son certificaciones y su locación geográfica. Paralelamente integra 2 tipos de certificaciones, circulares y ambientales.

- Ubicación: Muestra la ubicación dentro del documento.
- Nombre: Esta columna detalla el nombre de la certificación o el indicador a utilizar.
- Descripción de los stakeholder:
 - Mandante: Entidad o persona que encarga y financia el proyecto, definiendo sus requisitos y objetivos.
 - Diseño: Creación de planos y especificaciones detalladas por arquitectos e ingenieros para cumplir con los requerimientos del mandante.
 - Manufactura: Producción de componentes y materiales necesarios para la construcción del proyecto.
 - Logística: Planificación y ejecución del transporte y almacenamiento de materiales y equipos necesarios para la construcción.
 - Construcción: Ejecución física del proyecto según los planos y especificaciones, incluyendo todas las actividades de edificación e instalación.
 - Uso / Operadores: Usuarios, o entidades de gestión de la infraestructura para asegurar su funcionamiento eficiente y seguro.
 - Demolición: Desmantelamiento o demolición de la infraestructura al final de su ciclo de vida de manera segura y responsable.
 - Vertedero / Reciclaje: Gestión de los materiales resultantes de la demolición mediante su envío a vertederos o su reciclaje para minimizar el impacto ambiental.

Tabla 1. Matriz de búsqueda para certificaciones e indicadores por cada stakeholder.

ítem	Ubicación	Nombre	Mandante	Diseño	Manufactura	Logística	Construcción	Uso / Operadores	Demolición	Vertedero / Reciclaje
Certificaciones y ámbito geográfico										
Internacional Internacional Internacional Internacional Internacional Internacional Internacional Internacional Nacional Nacional	Tabla 2	BREEAM	•				•	•		
		LEED	•	•	•	•	•	•		
		WELL	•	•			•	•		
		DGNB	•				•	•		
		VERDE (GBCe)	•				•	•		
		Taxonomía	•	•			•	•		
		EDGE	•				•	•		
		Passivhaus	•	•			•	•		
		Otras certificaciones	•		•				•	•
		Certificación Edificio Sustentable (CES)	•				•	•		
Indicadores de circularidad										
Circularidad de materiales (MCI) Circularidad de edificios (BCI) Circularidad completa del edificio (WBCI) Desing for deconstruction (Level(s))	Tabla 3	Circularidad de materiales (MCI)			•		•			
		Circularidad de edificios (BCI)	•		•		•			
		Circularidad completa del edificio (WBCI)	•		•		•	•		
		Desing for deconstruction (Level(s))							•	•
Indicadores ambientales										
Huella de carbono Eficiencia energética Eficiencia hídrica Gestión de residuos	Tabla 3	Huella de carbono			•	•	•	•	•	•
		Eficiencia energética	•		•	•	•	•	•	•
		Eficiencia hídrica	•		•	•	•	•	•	•
		Gestión de residuos	•		•	•	•	•	•	•

Fuente: elaboración propia.

La guía está estructurada para ser utilizada en tres pasos claramente definidos (Figura 1):

1. Identificación del stakeholder y sus potenciales certificaciones/indicadores: El primer paso consiste en identificar a qué grupo de interesados pertenece la empresa y cuáles son las potenciales certificaciones a las que podría optar , según la categorización expuesta con anterioridad: Mandante, Diseño, Manufactura, Logística, Construcción, Uso / Operadores, Demolición y Vertedero / Reciclaje.
2. Revisión y consulta de información: El segundo paso es consultar el resumen de los indicadores circulares y ambientales (Tabla 2) para identificar y seleccionar la descripción que mejor se ajuste a las necesidades específicas de la empresa.
3. Selección de la Certificación/Indicador en detalle: Tras haber seleccionado la certificación o el indicador adecuado en el paso anterior, el tercer paso implica dirigirse a la Sección 3 de la guía (página 14), donde se proporciona información detallada sobre cada certificación o indicador específico, facilitando así una comprensión más profunda y una aplicación precisa de los mismos en el contexto empresarial.

Este proceso está diseñado para asegurar que los usuarios de la guía puedan identificar y aplicar de manera eficiente y eficaz las certificaciones e indicadores más relevantes para sus necesidades corporativas. La estructura secuencial y lógica de los pasos garantiza una utilización óptima de la guía, contribuyendo al logro de los objetivos organizacionales.



Figura 1. Descripción uso de guía de certificaciones e indicadores.

Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que, en ocasiones, no se dispone de una certificación o indicador específico para ciertos sectores. En estos casos, es necesario recurrir a herramientas genéricas o provenientes de otras áreas, las cuales pueden proporcionar una visión aproximada sobre el nivel de circularidad o el impacto ambiental de un proceso o producto particular. Por ejemplo, en el caso de las empresas de demolición, no existe una certificación dedicada exclusivamente a este sector. Sin embargo, es posible emplear indicadores ambientales generales, como la huella de carbono, para evaluar el impacto de las actividades de demolición. Esta metodología permite una evaluación del desempeño ambiental y facilita la comparación de diversas mejoras aplicables al sector de la demolición. Tales mejoras pueden incluir la adopción de nuevas tecnologías para el procesamiento de escombros o la implementación de estrategias de recuperación de materiales. Por ejemplo, al medir la huella de carbono de sus operaciones, una empresa de demolición puede identificar los principales contribuyentes a sus emisiones y desarrollar

estrategias para mitigar estos impactos. Esto podría incluir la adopción de tecnologías más eficientes, cambio de insumos, o la mejora de los procesos de gestión de residuos.

En la Sección 4 (página 55) se presenta un análisis comparativo de certificaciones nacionales e internacionales. Este contraste permite identificar las similitudes y diferencias claves, ofreciendo una perspectiva global y contextualizada de los estándares y normativas vigentes en diferentes países. Se examinan aspectos como el alcance y los requisitos, proporcionando una guía clara para la toma de decisiones informadas.

Se desarrolló un ítem de lecciones aprendidas a lo largo del proceso de elaboración y aplicación de certificaciones e indicadores (Sección 5, página 58), donde se recogen experiencias y aprendizajes claves, ofreciendo recomendaciones prácticas y estratégicas para la implementación efectiva de estos estándares en el entorno empresarial. Se destacan los desafíos encontrados y las soluciones adoptadas, proporcionando un valioso recurso para futuros proyectos y mejoras continuas.

Para finalizar, en la Sección 6 (página 61) se describen los pasos metodológicos seguidos para la elaboración de la presente guía, abordando con mayor detalle la estructura de búsqueda.



3 Circularidad, sistemas de indicadores y certificaciones en el sector de la construcción.

El sector de la construcción se enfrenta a desafíos considerables en lo que respecta a la sostenibilidad y su impacto ambiental. Su alta demanda de recursos y la generación de grandes cantidades de residuos contribuyen significativamente a una huella ecológica considerable, así como a la emisión de gases de efecto invernadero, incluyendo el CO₂. Estos problemas plantean la necesidad urgente de abordar mediante la implementación de estrategias alineadas con nuevos modelos de negocio que optimicen el uso de recursos y promuevan un uso más responsable. La economía circular ofrece a este respecto un marco adecuado para esta transformación, promoviendo la reducción, reutilización y reciclaje de materiales, así como la inclusión de principios de diseño que permitan la prolongación de la vida útil de los edificios, la mejora en su eficacia operativa y la gestión de estos al final de su vida útil.

Dentro de la Tabla 2, es posible encontrar un resumen de los indicadores de circularidad y ambientales tratados en el presente trabajo, donde se describen los siguientes campos:

- Indicadores de Circularidad: Se detalla el nombre y la sigla de cada indicador.
- Área: Describe el sector donde potencialmente es posible aplicar el indicador.
- Resumen: Muestra una breve descripción del indicador, considera aspectos generales.
- Comentarios: Entrega información adicional y específica sobre el indicador.
- Fuente: Esta columna detalla el origen de la información.

Tabla 2. Resumen de los indicadores circulares y ambientales.

Indicadores de Circularidad	Área	Resumen	Comentarios	Fuente
Circularidad de materiales (MCI)	General	Mide el grado de circularidad de un producto, o sistema, en términos del uso de materiales	Materiales vírgenes, cantidad de residuos no recuperables y vida útil de productos son considerados	Verberne, 2016
Circularidad de edificios (BCI)	Construcción	Sirve como guía a los diseñadores, contratistas y responsables políticos a tomar decisiones informadas sobre la circularidad de los edificios	Se considera MCI calculado para cada uno de los productos contemplados dentro de un edificio	Verberne, 2016
Circularidad completa del edificio (WBCI)	Construcción	Emplea datos cuantitativos y se centra en el proceso de manufactura de los productos	Puede utilizarse con otras herramientas de evaluación de sostenibilidad	Khadim et al., 2023
Desing for de construction (Level(s))	Construcción	Conjunto de indicadores y parámetros de rendimiento específicos que tienen en cuenta por ejemplo el rendimiento medioambiental, la salud y el confort, entre otros	6 macroobjetivos que engloban los distintos indicadores	Vandervaeren et al., 2022
Indicadores Ambientales				
Huella de carbono	Generales	Indicador asociado al impacto ambiental que tienen la emisión de GEI emitidos por actividades humanas	Puede ser determinada a nivel de actividad o producto	Wiche et al., 2020
Eficiencia energética	Generales	Se relaciona con la reducción de energía de una actividad en particular (optimizar su consumo)	Indicador mejorar la eficiencia energética de un producto, pero no sacrificando su funcionalidad	Osorio et al., 2019
Eficiencia hídrica	Generales	Indicador ligado a la reducción de agua para una actividad determinada	Indicador útil en sectores con alto estrés hídrico	MINVU, 2018
Gestión de residuos	Generales	Se asocia al manejo adecuado de residuos, y su valorización	Indicador permite gestionar la trazabilidad de los residuos generados	CDT, 2020

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se expone una descripción de los indicadores de circularidad y ambientales usados en la construcción, y cómo se asocian a este sector industrial.

3.1 Indicadores para la métrica de la circularidad en sector de la construcción

Actualmente existe un creciente interés en la incorporación de principios de economía circular en la construcción, aún persisten importantes brechas en la investigación, especialmente en lo que respecta a la medición de la circularidad mediante indicadores y su aplicabilidad práctica.

La adopción de enfoques basados en indicadores circulares en el ámbito de la construcción no solo contribuye a mitigar el impacto ambiental del sector, sino que también puede generar oportunidades económicas y mejorar la resiliencia de las comunidades frente a los desafíos ambientales y climáticos actuales.

3.1.1 Indicador de circularidad de materiales (MCI)

El indicador más reconocido y adoptado a escala mundial en el entorno de la construcción, así como de los materiales, es el ***Material Circularity Indicator (MCI)***. Este indicador fue desarrollado por la Fundación Ellen MacArthur y Granta Design con el propósito de medir el grado de circularidad de un producto o sistema en términos de uso de materiales. Se basa principalmente en tres parámetros que son: la cantidad de materiales vírgenes utilizados, la cantidad de residuos no recuperables y la vida útil de los productos. Esta herramienta evalúa la cantidad de materiales vírgenes empleados promoviendo a su vez la utilización de materiales reciclados y renovables con el objetivo de reducir así la dependencia de los recursos naturales. Además, evalúa la eficiencia con la cual se reutilizan y se reciclan para promover una gestión de los residuos que permitan su recuperación y reintroducción en la cadena de valor. Para ello, también incentiva el diseño de productos más duraderos que puedan ser reparados y reutilizados durante un período de tiempo más largo contribuyendo así a un uso más eficiente de los recursos empleados en el sector de la edificación.

3.1.2 Indicador de circularidad de edificios (BCI)

Este indicador propuesto por Verbene (2016), se compone por el **Material Circularity Indicator (MCI)**, **Product Circularity Indicator (PCI)** y **System Circularity Indicator (SCI)**, y considera el cálculo de cada uno de los productos contemplados dentro de un edificio, junto con el criterio de diseño aplicables durante toda la vida útil del edificio. Lo anterior, ayuda a identificar y mejorar las prácticas que facilitan la recuperación y el reciclaje de materiales al final de su vida útil. Mediante este enfoque integral se incluyen además indicadores claves de desempeño (KPI), tanto cualitativos como cuantitativos, que miden parámetros como el consumo de energía, emisiones de CO₂, junto con el impacto social y valor económico. De esta forma, esta métrica sirve como guía a los diseñadores, contratistas y responsables políticos, para la toma decisiones informadas sobre la circularidad de los edificios desde las primeras etapas.

3.1.3 Indicador de circularidad completa del edificio (WBCI)

Esta métrica emplea únicamente datos cuantitativos y, a diferencia de los indicadores anteriores que se centran primordialmente en el proceso de manufactura de los productos, este incluye las 4 fases del flujo de materiales de edificación: fabricación, construcción, uso y final de vida útil, ofreciendo así una visión más completa de la circularidad de los edificios. Además, el WBCI puede utilizarse junto con otras herramientas de evaluación de la sostenibilidad, como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), para mejorar la sostenibilidad general de los proyectos de construcción.

3.1.4 Marco europeo: LEVEL(S)

La Unión Europea, con el fin de responder a la necesidad de contar con parámetros de sustentabilidad para promover el crecimiento sustentable del sector de la construcción, desarrolló un marco común denominado LEVEL(S) que busca ofrecer una terminología común para evaluar la sustentabilidad de las edificaciones. Este marco proporciona un conjunto de indicadores y parámetros de rendimiento específicos que tienen en cuenta el desempeño medioambiental, así como la salud, el confort, el coste del ciclo de vida y los posibles riesgos futuros asociados al uso de la energía y los recursos.

Para ello se fundamenta en 6 macroobjetivos que describen las prioridades estratégicas para que las edificaciones contribuyan a la consecución de los objetivos de las políticas de

la UE en ámbitos como la energía, el uso de materiales, la gestión de residuos, el agua y la calidad del aire en interiores. Estos 6 macroobjetivos que engloban los distintos indicadores son:

1. Emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes de la atmósfera durante el ciclo de vida de un edificio.
2. Ciclos de vida de los materiales circulares y que utilizan eficientemente los recursos.
3. Empleo eficiente de los recursos hídricos.
4. Espacios saludables y cómodos.
5. Adaptación y resiliencia al cambio climático.
6. Optimización del coste del ciclo de vida y del valor.

Dentro del macroobjetivo 2 se define un indicador de rendimiento relacionado con la circularidad de los elementos de construcción. Este indicador, denominado como *Design for Deconstruction*, es similar al MCI ya que ambos presentan la necesidad de tener una información completa y detallada de todos los materiales que conforman el edificio a evaluar. Para cada elemento de esta lista, el evaluador ha de determinar un coeficiente de circularidad basado en el peso y coste de cada elemento de construcción y en las estrategias de fin de vida útil adoptadas. Estas estrategias contemplan:

- Reutilización directa.
- Preparación para la reutilización.
- Reciclado de flujo.
- Recuperación de materiales.
- Valorización energética.
- Vertido de residuos inertes o no peligrosos.
- Eliminación de residuos peligrosos.

Sin embargo, este último indicador, a diferencia del MCI, no tiene en cuenta si los materiales empleados proceden de fuentes vírgenes o si proceden ya de circuitos de reciclaje o reutilización, únicamente evalúa la circularidad en las fases posteriores del proceso de diseño.

A partir de todo lo expuesto, dentro del presente documento se han contemplado otros indicadores que, a pesar de no estar directamente relacionados con la circularidad,

proporcionan información valiosa sobre aspectos clave que contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia de los edificios (apartado 3.2), lo cual es fundamental para avanzar hacia una economía circular en el sector de la construcción. Cabe destacar que Level(s), de momento, es una herramienta de información, no un sistema de certificación o clasificación con puntos de referencia específicos como ocurre con las certificaciones BREAM, LEED, VERDE, etc. que se explican en la Sección 3.3 del presente documento (página 25).

3.2 Indicadores ambientales

Existen otros indicadores que también se recogen en numerosos marcos reguladores y normativas que permiten evaluar aspectos específicos del entorno natural. Estos indicadores se utilizan para evaluar el impacto ambiental de actividades humanas y proyectos y, por tanto, su eficiencia en términos de sustentabilidad. La relación entre indicadores y certificaciones es complementaria. Los indicadores proporcionan datos objetivos, mientras que las certificaciones utilizan esta información para otorgar reconocimiento y promover buenas prácticas. Las certificaciones ambientales, como LEED o BREEAM, utilizan información de indicadores para reconocer y promover prácticas sostenibles. Estas certificaciones evalúan el cumplimiento de estándares específicos y fomentan un desarrollo más respetuoso con el medio ambiente.

En el proceso de obtención de una certificación ambiental, los indicadores son esenciales para demostrar el compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

Algunos ejemplos de indicadores ambientales:

- Huella de Carbono.
- Eficiencia Hídrica.
- Eficiencia Energética.
- Gestión de Residuos.

3.2.1 Huella de carbono

Este indicador está relacionado con el impacto ambiental que producen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) emitidas por actividades antropogénicas a la atmósfera (como, por ejemplo, la quema de combustibles fósiles). Estos gases incrementan el efecto

invernadero natural del planeta, causando el calentamiento global. Los más relevantes son el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxidos de nitrógeno (NO_x) (Muthu, 2020).

La huella de carbono puede determinarse a nivel de producto, servicios, ciudades y países, y se expresa como masa de CO_2 equivalente (CO_2e). Esta unidad permite visualizar el impacto ambiental que tiene un GEI, mediante su equivalente en cantidades de CO_2 emitido (Muthu, 2020).

Este indicador puede determinarse a través de emisiones directas e indirectas de GEI. La primera está asociadas a la generación de gases invernadero de fuentes que pueden ser controladas, como por ejemplo el uso de una máquina (propia) que funciona a diésel. Mientras que la segunda, está relacionadas a fuentes de GEI que emitidas por un tercero (no se tiene control directo de estas), siendo un ejemplo de esto la producción de electricidad que se compra, o el transporte usado por trabajadores para llegar a un sitio de construcción (Ranganathan et al., 2004).

La huella de carbono como indicador ambiental asociado a certificaciones del sector de la construcción tiene un papel importante al evaluar y gestionar proyectos de construcción en base a la cantidad de GEI que estos emiten, ya que un 30% de las emisiones mundiales provienen de este sector (Sizirici et al., 2021). En este sentido, la huella de carbono permite cuantificar la cantidad total de gases invernadero emitidos desde la extracción de materias primas hasta su disposición final o reciclaje del producto, es decir durante todo su ciclo de vida.

Diferentes fuentes de emisiones de GEI pueden ser consideradas en certificaciones de construcción, siendo algunas de estas presentadas a continuación:

- **Materiales usados en la construcción:** Productos como cemento, hormigón, aluminio, acero, aislantes térmicos, madera, ventanas, entre otros, presentan una carga de GEI debido a sus emisiones generadas por la extracción de materias primas, manufactura y transporte. La huella de carbono puede ser informada por los proveedores de productos, y puede ser usada para la toma de decisiones en la selección de materiales.
- **Operaciones en la ejecución de obras:** El uso de maquinarias como excavadoras, planchas vibratorias, rodillos compactadores, motoniveladoras, entre otros, emiten

GEI debido al uso de combustibles fósiles para su funcionamiento.

- Uso de energía en edificios: La energía consumida por los edificios durante toda su vida útil presenta una fuente importante de GEI, debido a la climatización (calefacción/refrigeración) e iluminación de éstos, por lo cual, medidas de eficiencia energética son importantes en esta etapa de vida del edificio para disminuir su carga de GEI.
- Gestión de residuos sólidos: La disposición final de residuos de construcción y demolición pueden generar emisiones relacionadas a su gestión, los cuales pueden estar asociadas al uso de maquinarias usadas para la demolición, uso de equipos en sitios de disposición final, entre otros.

Los beneficios que pueden encontrarse al integrar la huella de carbono en certificaciones son que pueden fomentar prácticas que reduzcan GEI mediante la mejora en el diseño y manufactura de productos, como también desarrollar mejores estrategias y tecnologías enfocadas a la eficiencia energética. Por otra parte, informar temas asociados a la huella de carbono, mediante certificaciones, puede hacer que el producto de construcción pueda diferenciarse en el mercado (GHG, 2005).

3.2.2 Eficiencia energética

La eficiencia energética es un indicador asociado al menor uso de energía para realizar una tarea específica lo que permite la disminución de costos operacionales en las industrias, una reducción de GEI generados en la producción eléctrica en caso que sea abastecida por combustibles fósiles y el desarrollo de avance tecnológico que permitan un menor consumo de energía de productos, sin sacrificar su funcionalidad (Ulucak et al., 2019).

La eficiencia energética en certificaciones de construcción se asocia al consumo energético que tienen los edificios durante su funcionamiento (para condiciones de confort y niveles de servicio específicos). Este indicador ayuda a los edificios y proyectos de construcción a utilizar eficientemente la energía durante su operación, y reducir por lo tanto su impacto ambiental. En este sentido, la eficiencia energética tiene un aspecto relevante en el desempeño ambiental en certificaciones que se señalarán más adelante en el presente documento.

La eficiencia energética relacionada a las certificaciones aborda áreas como el diseño sostenible de edificaciones para reducir su demanda energética en climatización e iluminación, la instalación de materiales para mejorar el aislamiento térmico y la hermeticidad y así reducir las pérdidas energéticas. En los edificios, tecnologías eficientes para la iluminación y calefacción/enfriamiento, y energías renovables, las que se vincula a la instalación de tecnologías fotovoltaicas, eólica o geotérmicas en las edificaciones.

La integración de la eficiencia energética en certificaciones de construcción puede generar beneficios como:

- Reducción de costos operacionales: La mejora en la eficiencia energética de los edificios puede reducir el consumo de energético, por lo cual también puede influir en una reducción de costos.
- Aumento en el confort: Una mejor eficiencia energética de edificios permite tener un ambiente con temperaturas estables, lo cual ofrece un mejor confort a los usuarios de la edificación.
- Reducción de impacto ambiental: El mejor uso de la energía en edificios reduce el consumo energético, lo cual implica la disminución de GEI producidos por combustibles fósiles (para generar calor y/o electricidad) y a evitar su extracción desde la naturaleza.

3.2.3 Eficiencia hídrica

La eficiencia hídrica es un indicador que se encuentra ligado al proceso de usar agua de una forma eficaz para evitar su uso innecesario. Dado lo anterior, el uso eficiente del agua permite reducir impactos ambientales (en especial en sectores con alta escasez hídrica), generar un ahorro económico y desarrollar tecnologías que permitan un mejor consumo del agua (ej. reúso de aguas grises). Por otra parte, las estrategias de reducción de consumo de agua pueden aplicarse a diferentes escalas, siendo estas importantes en la industria, debido a sus altos consumos hídricos (Brandt et al., 2017; Rao et al., 2024).

La eficiencia hídrica en certificaciones en la construcción se enfoca en la gestión sostenible del agua de edificios a través de estrategias que minimicen su consumo e impactos, tales como:

- Tecnologías eficientes: Dispositivos de gasfitería que reducen el consumo de agua pero que no disminuyen el rendimiento, como grifos con aireador, regaderas

pulverizadores de agua y sanitarios con doble descarga.

- Reutilización de aguas grises y aguas pluviales: Las aguas grises domésticas pueden ser usadas para aplicaciones no potables como riego de áreas verdes, descarga de inodoros, entre otros. No obstante, estas aguas deben ser recolectadas y tratadas antes de ser usadas. Por otra parte, el uso de sistemas de recolección de aguas lluvias en edificaciones puede servir como una fuente de agua no potables para actividades como riego de jardines, limpieza de calles, entre otras. Este uso de aguas lluvias puede evitar la extracción de agua desde ríos o aguas subterráneas
- Educación a los usuarios: Programas de concientización y sensibilización dirigidos a los usuarios de los edificios pueden ayudar a que se reduzca el consumo de agua en estos.

Beneficios como el ahorro de costos operativos y conservación de recursos hídricos están relacionados a la gestión eficiente del uso del agua en edificaciones. Por otra parte, los edificios que aplican estrategias de gestión de agua pueden obtener el beneficio de tener mayores puntajes en los procesos de certificación, lo cual permite mostrar al público la sostenibilidad que tienen frente a temas hídricos.

3.2.4 Gestión de residuos

La gestión de residuos cumple la función de disponer adecuadamente los desechos generados en las actividades industriales para evitar impactos negativos en la salud humana y medio ambiente. Dentro de los procesos asociados a la gestión de residuos se encuentra su recolección, transporte, tratamiento y disposición final, cada uno teniendo una importancia en específico, y en la cual pueden aplicar las estrategias ambientales como las 10R¹. En este sentido, estrategias como el reciclado, reúso, reutilización, reducir, entre otros pueden aplicarse tanto en el sitio *in situ* donde se generan los residuos, como en lugar donde son procesados (ej. planta de reciclaje) (Rodríguez et al., 2013), y son actividades que evalúan las certificaciones en construcción, debido a que de esta manera se puede tener evidencia del uso eficiente de los recursos y reducción de residuos.

. Las prácticas de gestión de residuos que pueden ser consideradas en las certificaciones

¹ Reordenar, reformular, reducir, reutilizar, refabricar, reciclar, revalorizar, rediseñar, recompensar y renovar.

de construcción son las siguientes:

- Planificación y diseño: Se considera importante que desde el principio de los proyectos se contemplen planes de gestión de residuos que permitan identificar los residuos que se van a generar, como también sus cantidades, y la estrategia que se implementará para el reciclaje/disposición final de estos.
- Reducción en origen: El uso de estrategias que minimicen los desperdicios de materiales durante la fase de construcción pueden ayudar a la reducción de residuos. Algunas de estas estrategias pueden ser aplicadas por ejemplo en el corte óptimo de materiales.
- Reutilización y Reciclaje: Estrategias como la reutilización de materiales en el sitio de construcción benefician a la disminución de residuos generados y consumo de materiales. Por otra parte, la disposición adecuada de residuos en las obras de construcción permite un mejor reciclaje de residuo, esto puede ser beneficioso para el reciclaje de materiales como aluminio, acero, plásticos, madera, cartones, entre otros.
- Disposición final adecuada: La adecuada disposición final de residuos de la construcción ayuda que estos no sean desechados en lugares ilegales. Esto permite transparentar a los usuarios de los edificios que los residuos generados en la edificación, o que se generan en la demolición, son transportados y dispuestos por organismos autorizados a nivel local.

Una buena gestión de residuos en la construcción puede reducir los impactos ambientales producidos por la generación de residuos, reducir la extracción de recursos naturales y fomentar prácticas más sustentables en la industria de la construcción, siendo estos importantes beneficios de la gestión ambiental cuando es integrado a las certificaciones de construcción.

3.3 Certificaciones

La certificación es un procedimiento sistemático que evalúa un producto, proceso o servicio en relación a un estándar o modelo de calidad oficialmente reconocido. Este proceso de evaluación debe ser llevado a cabo por una entidad independiente y acreditada para garantizar su objetividad y fiabilidad.

Se encuentran diversas categorías de certificaciones, abarcando aspectos contables, profesionales y ambientales, cada una con sus respectivos estándares y criterios de evaluación. Dentro del alcance de este documento, nos concentraremos especialmente en las certificaciones ambientales.

Las certificaciones ambientales son herramientas que proporcionan una visión general de las prácticas ambientales actuales, identifican áreas clave de acción y delinean los caminos para obtener dichas certificaciones. Para las organizaciones que buscan demostrar su compromiso con la sostenibilidad son esenciales y la gestión ambiental responsable. En la Tabla 3, presenta una descripción detallada de las certificaciones ambientales actuales, sus áreas de enfoque y los procedimientos para obtenerlas, y tiene la función de ser una guía útil para aquellos interesados en explorar las diversas opciones de certificación ambiental disponibles en la actualidad.

Tabla 3 Resumen certificaciones nacionales e internacionales.

Certificación	Área	Ubicación	Indicadores ambientales	Comentarios	Fuente
Certificación Edificio Sustentable (CES)	Construcción	Chile	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Confort y habitabilidad · Gestión de residuos · Innovación 	<p>La Certificación Edificio Sustentable, desarrollada en Chile, evalúa y certifica la sostenibilidad ambiental de edificios públicos. Considera la calidad ambiental interior, eficiencia en el uso de recursos y minimización de residuos y emisiones. Fue creada por el Instituto de Construcción con apoyo de diversas instituciones.</p>	https://www.certificacion-sustentable.cl
Certificación De Vivienda Sustentable (CVS)	Construcción	Chile	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Materiales sustentables · Gestión de residuos · Biodiversidad y uso del suelo 	Sistema voluntario de certificación que mide el desempeño ambiental de proyectos residenciales nuevas (cualquier tipo de vivienda).	https://cvschile.cl/
BREEAM	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Impacto de Ciclo de Vida · Gestión de residuos · Biodiversidad y el suelo 	Método de evaluación y certificación de la sostenibilidad en la edificación, cuenta con diversos cursos on-line para participar como asociado, para el análisis de construcciones nuevas, en uso, para la vivienda y el urbanismo.	https://breeam.es/

Certificación	Área	Ubicación	Indicadores ambientales	Comentarios	Fuente
LEED	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Gestión de residuos · Fomento de materiales reciclados · Biodiversidad y ecosistema 	<p>Sistema de evaluación internacional diseñado para impulsar el desarrollo de construcciones que se fundamenten en criterios de sostenibilidad y eficiencia. Esta certificación se utiliza en el sector de la construcción de edificaciones, además es aplicable a la planificación urbana. Su aplicación varía según el tipo de edificio, su función y su escala.</p>	https://www.usgbc.org/leed
WELL	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Salud Humana · Materiales seguros · Gestión de residuos 	<p>La certificación WELL es un sistema desarrollado por el Instituto Internacional de Edificios WELL (IWBI) que establece estándares para evaluar y supervisar aspectos del entorno construido que promueven el bienestar y la salud de quienes lo utilizan.</p>	https://www.wellcertified.com/

Certificación	Área	Ubicación	Indicadores ambientales	Comentarios	Fuente
DGNB	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Impacto de Ciclo de Vida · Salud humana · Gestión de fin de vida 	<p>Certificación del Consejo Alemán de Construcción Sostenible, evalúa economía, medio ambiente, calidad y confort del usuario. Su enfoque integral analiza el ciclo de vida del edificio, promoviendo su adopción temprana en el proyecto como guía para decisiones durante todo el proceso constructivo.</p>	https://gbce.es/dgnb-beneficios/
VERDE (GBCe)	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Impacto de Ciclo de Vida · Salud humana · Gestión de fin de vida 	<p>Esta certificación garantiza que los edificios sostenibles promueven el bienestar humano, el desarrollo económico local y la armonía ambiental. Evalúa la ubicación, la calidad ambiental interior, la gestión de recursos, la integración social y la excelencia técnica en la construcción.</p>	https://gbce.es/sistemas/verde/
Taxonomía	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Gestión de residuos · Ecosistema 	<p>Para ser considerada sustentable, una actividad económica debe cumplir</p>	https://finance.ec.europa.eu/publications/technical-expert-group

Certificación	Área	Ubicación	Indicadores ambientales	Comentarios	Fuente
EDGE	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética · Consumo de agua · Materiales de bajo impacto ambiental 	<p>tres principios: contribuir significativamente a uno de seis objetivos ambientales, evitar daños significativos a los otros cinco, y operar bajo estándares éticos y laborales que aseguren garantías sociales mínimas.</p>	sustainable-finance-teg_en
Passivhaus	Construcción	Internacional / Europea	<ul style="list-style-type: none"> · Eficiencia energética (calefacción y refrigeración) · Calidad del aire 	<p>Su objetivo es hacer que los edificios sean más eficientes en términos de energía, agua y materiales. Permite a las empresas constructoras identificar rápidamente estrategias para reducir el consumo de recursos.</p>	https://edgebuildings.com

Certificación	Área	Ubicación	Indicadores ambientales	Comentarios	Fuente
				viviendas, oficinas, escuelas y hospitales.	

* Descripción de las columnas disponible en el Anexo 1.

Fuente: elaboración propia.

3.4 Certificaciones nacionales

3.4.1 Certificación Edificio Sustentable (CES)



CERTIFICACIÓN EDIFICIO SUSTENTABLE (CES)

ORIGEN	Chile
FUENTE	https://www.certificacionsustentable.cl/quienes-somos/
OBJETIVO	<p>La Certificación Edificio Sustentable es el primer sistema desarrollado en Chile que permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios de uso público, tanto nuevos como existentes. Este fue desarrollado por el Instituto de Construcción junto con el soporte y participación de distintas instituciones públicas y privadas. Esta certificación pretende calificar el grado de sustentabilidad ambiental del edificio, entendiendo ésta como la capacidad de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos, y baja generación de residuos y emisiones.</p>
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<p>Certificación Edificio Sustentable Edificios de Uso Público</p>
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>Las diferentes variables evaluadas, así como sus requerimientos obligatorios y voluntarios se agrupan en las seis siguientes categorías:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Calidad del ambiente interior: promueve ambientes interiores favorables que contribuyan a la buena salud, el bienestar físico y psicológico de sus ocupantes.2. Energía: Promueve la incorporación de fuentes de energía renovables no convencionales, así como las prácticas que favorezcan la eficiencia energética en estrategias de diseño pasivo y su inclusión en sistemas activos para calefacción, enfriamiento e iluminación artificial.3. Agua: Promueve el consumo eficiente y reutilización del agua, con énfasis en la realidad hídrica de la zona del país.4. Materiales y residuos: Promueve la minimización de impactos producidos por la construcción hacia la atmósfera, el suelo y los ecosistemas, además de la gestión de residuos durante la construcción y operación del edificio.5. Gestión: Promueve desde la etapa de anteproyecto el proceso de diseño integrado, y durante la etapa operación, la mantención y mejora en el tiempo de las condiciones de calidad

	<p>ambiental y eficiencia en el uso de recursos (con las cuales fue certificado el edificio).</p> <p>6. Innovación: Promueve la incorporación de estrategias no abordadas o por sobre el estándar del sistema de certificación CES.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

El sistema de evaluación de esta certificación comprende un sistema integral que aborda tanto la evaluación prestacional como la evaluación prescriptiva, proporcionando así una visión holística del impacto ambiental y sostenibilidad del edificio. Por un lado, la evaluación prestacional emplea métricas y estándares para determinar el rendimiento real del edificio una vez construido y en uso. Por otro lado, la evaluación prescriptiva se enfoca en establecer directrices y requisitos durante la fase de diseño y construcción. La elección entre estos métodos depende de la complejidad del edificio a evaluar. La evaluación prescriptiva es adecuada para edificios menos complejos, mientras que la evaluación prestacional generalmente otorga un mayor puntaje.

EVALUACIÓN

Es importante destacar que la certificación consta de dos etapas, la Precertificación y la Certificación propiamente dicha, y se basa en el cumplimiento de un conjunto de 23 variables, desagregadas en 15 requerimientos obligatorios y 33 requerimientos voluntarios que entregan puntaje. Se debe obtener el puntaje mínimo de 30 puntos. A partir de este mínimo, se proponen tres rangos, en base al indicador global del edificio, en una escala de 100 puntos porcentuales.



COMENTARIOS GENERALES

Actualmente existe más de 120 edificaciones con esta certificación, bajo la solicitud de diversas instituciones públicas, tales como carabineros, ministerio de educación, municipalidades, centros deportivos y junto con mandantes privados.

3.4.2 Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)

CERTIFICACIÓN DE VIVIENDA SUSTENTABLE (CVS)



ORIGEN	Chile
FUENTE	https://cvschile.cl/
OBJETIVO	<p>La certificación de vivienda sustentable (CVS) es un sistema voluntario de certificación ambiental que evalúa el desempeño de los proyectos residenciales a nivel nacional (Certificación de Viviendas Sustentables, CVS). Este programa ha sido desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en conjunto con la Agencia de Sostenibilidad Energética (Agencia SE) y el Consejo Chileno de Construcción Sustentable (CCCS).</p>
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<p>Esta certificación se basa en los Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile (ECSV) que comprenden una serie de recomendaciones orientadas a la incorporación de atributos de sustentabilidad durante las etapas de diseño, construcción y operación de la vivienda.</p>
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>Estos estándares se integran en las seis categorías diferentes que se evalúan durante el proceso de certificación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Salud y bienestar: Evalúa diversos factores que inciden directamente sobre la calidad de vida de las personas, como, por ejemplo, la aislación térmica y acústica y la calidad lumínica. 2. Energía: Pretende contribuir a la reducción del consumo energético del sector residencial. Establece estándares de eficiencia energética para el diseño y construcción de viviendas, y fija requerimientos para que las viviendas operen de forma eficiente. Además, promueve sistemas energéticos basados en energías renovables. 3. Agua: Establece estándares de eficiencia hídrica y promueve la implementación de distintas tecnologías para su reutilización, de manera de promover el uso sustentable del agua. 4. Materiales y residuos: Evalúa estrategias que contribuyan a la reducción de los impactos ambientales vinculados a la

	<p>extracción, fabricación y transporte de materiales de la construcción, así como la disposición de los residuos que provienen de la actividad constructiva. También, incentiva la utilización de materias con atributos sustentables y fomenta la gestión de los residuos mediante la reducción, reciclaje y recuperación de los recursos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Impacto ambiental: Tiene en consideración estrategias que promueven la reducción de emisiones de gases contaminantes, así como la erosión del suelo y la recuperación del ecosistema. 6. Entorno inmediato: Establece normas que mejoren la interacción entre los edificios y su entorno, minimizando el deterioro urbano y fomentando la equidad social.
EVALUACIÓN	<p>Para realizar el proceso de evaluación es necesario contar con la presencia de un asesor externo y una entidad independiente que supervise todo el proceso. El cumplimiento satisfactorio de los distintos requerimientos de las 6 categorías descritas en la sección anterior habilita la obtención de un puntaje determinado. En este sentido, la cantidad de puntaje obtenido permite alcanzar uno de los siguientes niveles de certificación:</p>
COMENTARIOS GENERALES	<p>Proyecto certificado sustentable: Cumple con todos los requerimientos obligatorios de acuerdo con su macrozona Proyecto destacado sustentable: Cumple con todos los requerimientos obligatorios de acuerdo con su macrozona y, además, obtiene un puntaje entre 30 y 59,5. Proyecto sobresaliente sustentable: Cumple con todos los requerimientos obligatorios de acuerdo con su macrozona y, además, obtiene un puntaje igual o mayor que 60.</p> <p>La certificación reduce los costos operativos y de mantenimiento de viviendas, especialmente en términos de consumo energético y de agua, y disminuye los impactos ambientales asociados al cambio climático. Su pagina web menciona que la información se proporciona de manera verificable y en un lenguaje accesible, detallando el rendimiento del proyecto en diversas categorías de sustentabilidad. Es importante destacar que dentro de los proyectos, los usuarios son acompañados, y apoyados a través de documentación sobre la gestión de las construcciones.</p>

3.5 Certificaciones internacionales / europeas

En el ámbito internacional, existen numerosas certificaciones relacionadas con el sector de la construcción. Entre las certificaciones ambientales más destacadas en Europa (en cuanto a su aplicación y/o elaboración) se encuentran:

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): Es el método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la construcción más antiguo y ampliamente utilizado en el mundo. BREEAM fomenta un enfoque más sostenible en todas las etapas del desarrollo del proyecto, desde el diseño y la construcción hasta el uso y la demolición.
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design): Es un sistema de certificación de edificios sostenibles desarrollado por el U.S. Green Building Council (USGBC). LEED proporciona un marco para crear edificios saludables, altamente eficientes y rentables.
- WELL: Esta certificación se centra en el impacto de los edificios en la salud y el bienestar humano. WELL establece requisitos en siete categorías de bienestar, incluyendo aire, agua, nutrición, luz, fitness, confort y mente.
- DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen): Sistema de certificación alemán que evalúa la sostenibilidad de los edificios y los distritos urbanos. DGNB cubre todos los aspectos claves de la construcción sostenible, incluyendo la calidad ambiental, económica y sociocultural.
- VERDE: Este sistema de certificación español evalúa la sostenibilidad de los edificios a lo largo de su ciclo de vida, teniendo en cuenta factores como la eficiencia energética, la calidad del aire interior y el impacto en el entorno local.
- Taxonomía: Sistema que evalúa la sostenibilidad ambiental de actividades económicas. Define criterios para determinar si una actividad es ambientalmente sostenible, guiando evaluaciones financieras e inversiones hacia prácticas más responsables con el medio ambiente.
- Excellence In Design for Greater Efficiencies (EDGE): Es un sistema de certificación que se focaliza en el desarrollo de edificios más eficientes mediante la optimización del uso de los recursos tanto hídrico como energéticos asociados a la construcción, esto visto desde tres categorías evaluables, que son eficiencia en agua, eficiencia en energía y eficiencia en energía embebida en los materiales de construcción.
- Passivhaus Standard: Es un estándar de construcción que garantiza un alto nivel de

eficiencia energética y confort térmico en los edificios. De origen alemán esta certificación es un referente a nivel mundial, aplicándose en diversos tipos de edificaciones, como viviendas, oficinas, escuelas y hospitales.

Estas certificaciones no solo promueven la adopción de prácticas de construcción sostenible, sino que también ofrecen beneficios económicos al reducir los costos operativos a lo largo del ciclo de vida del edificio, lo que conlleva a aumentar su valor en el mercado. En este sentido, las certificaciones ambientales desempeñan un rol relevante en la transformación del sector de la construcción hacia un modelo más responsable y orientado hacia el futuro. Por otra parte, contribuyen estas certificaciones a los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y promover la resiliencia urbana, aportando una inversión valiosa para los propietarios de edificios, los ocupantes y el conjunto de la sociedad.

3.5.1 Certificación BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) - Reino Unido.

CERTIFICACIÓN
**BREEAM (BUILDING RESEARCH
ESTABLISHMENT
ENVIRONMENTAL
ASSESSMENT METHODOLOGY)**



ORIGEN	Reino Unido
FUENTE	https://breeam.es/breeam-espana/
OBJETIVO	Permite evaluar el grado de sostenibilidad ambiental de cualquier tipo de construcción. Este presenta un enfoque de compromiso social, ambiental y de buen gobierno, considerando aspectos financieros, de salud y de Net-Zero. Esta certificación comprende las fases de diseño, construcción y uso, y mantenimiento de los edificios.
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • BREEAM New construction: Para edificios de nueva construcción. • BREEAM in use: Para edificios <12 meses en funcionamiento. • BREEAM Refurbishment and Fit- Out: Para reformar o reacondicionar. • BREEAM Communities: Nuevas urbanizaciones y proyectos de regeneración urbana. • BREEAM CEEQUAL: Aplicado a infraestructura y proyectos civiles.
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>El sistema de certificación BREEAM evalúa los impactos de las siguientes 9 categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión (GST): Evalúa políticas de gestión de la construcción o sistemas de gestión ambiental. 2. Salud y Bienestar (SyB): Determina el confort de los usuarios (calefacción, iluminación, calidad del aire o ruido). 3. Energía (ENE): Describe los requisitos sobre minimización de consumos energéticos, eficiencia energética de equipamientos e implementación de energías renovables. 4. Transporte (TRA): evalúa la ubicación de la parcela, acceso a transporte público, cercanía a servicios, accesos peatonales e infraestructuras. 5. Eficiencia en el consumo de agua (AG): considera la eficiencia en el consumo de agua.

EVALUACIÓN

6. Materiales (MAT): Determina los materiales sostenibles o de bajo impacto ambiental y tratamiento de estos.
7. Residuos (RSD): estima la reducción de los residuos generados en obra.
8. Uso del suelo y ecología (USE): referencia ubicación y tipo de suelo sobre el que se asienta el edificio, la protección y valoración de los recursos naturales y la biodiversidad.
9. Contaminación (CONT): contempla la minimización de la huella medioambiental.
10. Innovación (INNOV): permite el reconocimiento de mejoras en el ámbito de la sostenibilidad que no se relacionen con las categorías anteriores. Promueve la instalación e inclusión de elementos y/o tecnologías que no se hayan utilizado aún en el mercado.

Prerrequisitos y créditos relacionados directamente con el impacto ambiental:

- GST: Coste del ciclo de vida y planificación de la vida útil.
- ENE: Eficiencia energética y su monitorización (kWh).
- AG: Cuantificación del consumo de agua.
- MAT: Impacto de Ciclo de Vida. Aprovisionamiento sustentable de materiales.
- RSD: Gestión de residuos (construcción y urbanos).
- USE: Impacto sobre la biodiversidad y control de la erosión, uso del suelo.
- CONT: Impacto de refrigerantes. Emisiones de NOx. Aguas superficiales.

El proceso de evaluación consiste en un cuestionario mediante el cual el asesor acreditado independiente evalúa los impactos de las 10 categorías en dos partes. La primera parte hace referencia al edificio y a sus características inherentes, construcción e instalaciones. La segunda parte, corresponde a la evaluación cualitativa de las políticas, los procedimientos y las prácticas de gestión relacionadas con la operación, funcionamiento y mantenimiento del edificio. Esta segunda parte incluye el consumo de los recursos como agua y energía, y los impactos ambientales del carbono y de residuos. Sumando los resultados de cada categoría se obtiene una única puntuación global que determinará el nivel de clasificación BREEAM.

Clasificación BREEAM	Puntos
★☆☆☆☆	<30
★★☆☆☆	≥30
★★★☆☆	≥45
★★★★☆	≥55
★★★★★	≥70
★★★★★	≥85

COMENTARIOS GENERALES

3.5.2 Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) – Estados Unidos.



CERTIFICACIÓN	LEED (LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN)
ORIGEN FUENTE	Estados Unidos https://www.usgbc.org/leed
OBJETIVO	LEED es un sistema de evaluación y estándar internacional que pretende fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios de sostenibilidad y de alta eficiencia. Esta certificación sirve como herramienta para construcciones, edificios y es también aplicable a la planificación. Según el tipo de edificio, su funcionalidad y su tamaño se selecciona una norma específica.
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • LEED BD + C: Diseño y construcción de edificios. • LEED ID + C: Diseño de interiores y construcción. • LEED BD + C (Homes): Diseño y construcción de viviendas. • LEED ND: Desarrollos urbanos. • LEED O + M: Operaciones y mantenimiento de edificios ya existentes.
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>El sistema LEED evalúa las siguientes variables en su certificación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sitios sostenibles (SS): Considera el lugar en el cual se va a construir para evaluar su impacto relacionado con el ecosistema, los sistemas fluviales y su biodiversidad. 2. Uso eficiente del agua (WE): Contemplan todas aquellas acciones que se lleven a cabo para instalar formas eficientes para el uso del agua en la edificación y reducir así su consumo y demanda. Ej: Almacenamiento de aguas pluviales. 3. Energía y atmósfera (EA): Promueve los sistemas que maximicen su eficiencia energética, incluyendo la utilización de fuentes de energía renovables y alternativas, minimizando el uso de combustibles fósiles. 4. Materiales y recursos (MR): Considera la reutilización de los materiales, así como de los recursos necesarios para la edificación. Fomenta la selección de materiales producidos y

	<p>transportados de forma sustentable, y promueve la reducción de desechos y emisiones durante todo el ciclo de vida del edificio.</p> <p>5. Calidad del Ambiente interior (EQ): Se relaciona con el bienestar de los usuarios del edificio y se asocia a la calidad del aire, su correcta ventilación y renovación, así como una iluminación natural de las estancias y la existencia de vistas al exterior.</p> <p>6. Localización y transporte (LT): Considera la ubicación del edificio con créditos que fomentan el desarrollo compacto, la proximidad con otros servicios como zonas verdes y lugares de restauración, y el uso de transporte alternativo.</p> <p>7. Innovación (IN): Incluye todas aquellas medidas que no han sido contempladas en las categorías anteriores que promueven prácticas y estrategias innovadoras de construcción sustentable.</p> <p>8. Prioridad regional (PR): Reconoce la importancia de las condiciones locales en la determinación de las mejores prácticas de construcción y diseño ambiental.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cada una de estas categorías se compone de créditos que los proyectos evaluados deben satisfacer para obtener la puntuación asignada a cada una de ellas. Este proceso de evaluación es realizado a través de oficinas de consultores que actúan como asesores del proyecto. No son certificadores independientes ya que el único organismo autorizado para otorgar la certificación LEED es el USGBC. En base al porcentaje de cumplimiento de cada uno de los factores evaluados, se categoriza a las construcciones en cuatro niveles.

EVALUACIÓN	Clasificación LEED	Puntos
	 Certificado	40-49
	 Plata	50-59
	 Oro	60-79
	 Platino	>80

COMENTARIOS GENERALES

3.5.3 Certificación WELL Building Standard – Estados Unidos

CERTIFICACIÓN WELL BUILDING STANDARD



ORIGEN	Estados Unidos
FUENTE	https://www.wellcertified.com/
OBJETIVO	<p>La certificación WELL es un sistema de certificación desarrollado por el International WELL Building Institute (IWBI) que establece estándares para medir y monitorear características del espacio construido que contribuyan positivamente al bienestar y a la salud de los usuarios.</p> <p>Busca la optimización del rendimiento de la construcción cubriendo así tanto los aspectos de la sostenibilidad como la salud, el bienestar y el confort humanos.</p>
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	Esta certificación se puede aplicar tanto a edificios enteros como a espacios empresariales dentro de los mismos.

ANÁLISIS DE IMPACTOS

El sistema de certificación WELL analiza e integra 10 categorías denominadas conceptos WELL, correspondientes a las principales áreas de impacto del entorno construido en la salud humana. Cada uno de estos conceptos contiene una serie de características que definen las condiciones de diseño y las políticas de construcción que optimizan la salud y el bienestar de los residentes. Estas categorías son:

1. Aire: Tiene como objetivo conseguir niveles adecuados de la calidad del aire a lo largo de toda la vida útil del edificio, mejorando, monitorizando su suministro y eliminando y/o reduciendo sus fuentes principales con acciones de diseño.
2. Agua: Abarca aspectos relacionados con la calidad, distribución y control del suministro de agua del edificio. Incluye aspectos que abordan su disponibilidad y los umbrales de contaminantes del agua potable, así como características referentes a su gestión y a evitar daño en los materiales y condiciones ambientales.
3. Alimentación: Pretende fomentar la alimentación saludable creando entornos donde se priorice la selección de opciones saludables.
4. Iluminación: Tiene como objetivo crear entornos de iluminación que promuevan la salud visual, mental y biológica.
5. Movimiento: Tiene como objetivo fomentar la actividad física dentro y fuera del edificio, así como instalar mobiliario que permita desarrollar una vida más activa con diseños ergonómicos.
6. Confort térmico: Se centra en la capacidad individual de los usuarios en adaptar la temperatura del entorno mediante métricas de rendimiento y su monitorización continua.
7. Sonido: Establece las medidas de diseño adecuadas para garantizar el acondicionamiento acústico de los espacios.
8. Materiales: Prioriza la eliminación y/o sustitución de aquellos materiales que contengan sustancias químicas que sean perjudiciales para la salud no solamente en el momento de la construcción, sino durante todo el ciclo de vida del edificio, además de realizar una gestión correcta de los residuos generados.
9. Mente: Promueve la salud mental mediante estrategias y programas de diseño que tratan de abordar los diversos factores que influyen en el bienestar cognitivo y emocional.
- Comunidad: Su objetivo es crear una comunidad inclusiva e integrada a través de la justicia social, el compromiso cívico y el diseño accesible.

EVALUACIÓN

Cada proyecto WELL se verifica mediante pruebas *in situ* del rendimiento del edificio. Para el proceso de evaluación se debe de contar con un agente autorizado por WELL que valide y realice las mediciones necesarias que evalúan cada uno de los conceptos abordados. En función de la puntuación obtenida en cada uno de ellos, se obtiene el nivel de certificación del edificio que según la puntuación obtenida (40 pts, 50 pts, 60 pts y 80 pts)



**COMENTARIOS
 GENERALES**

Esta certificación se puede aplicar de forma complementaria con alguna de las certificaciones anteriormente descritas.

3.5.4 Certificación DGNB – Alemania

CERTIFICACIÓN

Certificación DGNB.



ORIGEN	Alemania
FUENTE	https://gbce.es/dgnb-beneficios/
OBJETIVO	DGNB es un sistema de certificación desarrollado por el Consejo Alemán de Construcción Sostenible, tiene como objetivo la evaluación integrada de los aspectos económicos y ambientales, además de la calidad y el confort de los usuarios. Su metodología se basa en el análisis durante todo el ciclo de vida del edificio fomentando su implantación desde las fases iniciales del proyecto para así servir de guía en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso.
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Edificios existentes. • Interiores. • Nueva construcción. • Distritos.
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>El DGNB, igual que los sistemas de certificación descritos anteriormente tiene guías diferentes según los tipos de edificios que se evalúen, tal como edificios nuevos, edificios en uso, distritos industriales y urbanos, hospitales, hoteles, escuelas o edificios de retail.</p> <p>Este sistema se centra en el análisis de los aspectos fundamentales de la construcción sostenible, agrupados en 6 categorías. Estas categorías son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calidad medio ambiental: Analiza el ciclo de vida del edificio considerando sus impactos ambientales. Esta categoría incluye los efectos locales y globales en el medio ambiente (mediante el análisis de ciclo de vida) además de tener en cuenta la utilización de los recursos (energía y consumo de agua) y la generación de residuos. 2. Calidad económica: Evalúa el coste asociado al análisis del ciclo de vida, la viabilidad comercial del edificio y la versatilidad a la hora de adaptarse a diferentes usuarios. 3. Calidad sociocultural: Evalúa la calidad del diseño, la funcionalidad del mismo e integra criterios que se centran en la salud y el confort del usuario. 4. Calidad técnica: Evalúa aspectos relacionados con la seguridad, mantenimiento y limpieza del edificio. Y tiene también en consideración el desmantelamiento de este.

	<p>5. Calidad del proceso: Tiene como objetivo asegurar la calidad de la construcción del edificio evaluando el planteamiento de la construcción desde el diseño hasta su finalización.</p> <p>6. Calidad del emplazamiento: Evalúa la accesibilidad del lugar a otros de interés.</p>
EVALUACIÓN	Cada una de las categorías anteriores está compuesta por diferentes criterios. Cabe destacar que las tres primeras tienen el mismo peso en la evaluación ya que el sistema DGNB otorga la misma importancia a cada una de ellas. Finalmente, la calificación del edificio se refleja en una puntuación global.
COMENTARIOS GENERALES	Este sistema se adapta a las particularidades económicas, climáticas y culturales, así como a las normativas de cada país para poder aplicarse. Como es el caso de España a través del GBCE (Green Building Council España).

3.5.5 Certificación Verde – España

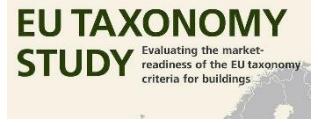
CERTIFICACIÓN Verde



ORIGEN	España										
FUENTE	https://gbce.es/sistemas/verde/										
OBJETIVO	<p>La certificación del sello VERDE, fue creada por la asociación Green Building Council España (GBCE), es una metodología basada en el cálculo de la reducción de impacto ambiental, a partir de la evaluación de factores en el análisis de ciclo de vida, en comparación con un edificio de referencia. En la actualidad, existen 3 tipos de certificado: residencial, equipamiento y polígonos.</p>										
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> · VERDE Desarrollos Urbanos: Herramienta de evaluación para la certificación de la sostenibilidad de políos logísticos de obra nueva. · VERDE Edificios 2020: Herramienta de evaluación para la certificación de la sostenibilidad de edificios. · VERDE Edificios 2022: Herramienta de evaluación para la certificación de la sostenibilidad de edificios. Incluye la metodología Level(s) y la Taxonomía EU. 										
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>Esta certificación implica que un edificio, para ser sostenible, debe de velar por la calidad de vida, confort y bienestar de las personas, buscar el desarrollo económico local y justo, además de asegurar la creación de un entorno en armonía para todos. De esta forma, evalúa la ubicación del edificio, la calidad ambiental interior, la gestión de los recursos, la integración social y la calidad técnica de la construcción.</p>										
EVALUACIÓN	<p>En función de la puntuación que se obtiene a través de la evaluación de estos criterios, se pueden asignar 5 niveles de certificación diferentes, desde 0 a 5 hojas.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; margin-left: 10px;"> <p>Puntuación final</p> <table style="margin-top: 10px;"> <tr><td>>30%</td><td>1 hoja</td></tr> <tr><td>40%</td><td>2 hojas</td></tr> <tr><td>50%</td><td>3 hojas</td></tr> <tr><td>60%</td><td>4 hojas</td></tr> <tr><td>>80%</td><td>5 hojas</td></tr> </table> </div> </div>	>30%	1 hoja	40%	2 hojas	50%	3 hojas	60%	4 hojas	>80%	5 hojas
>30%	1 hoja										
40%	2 hojas										
50%	3 hojas										
60%	4 hojas										
>80%	5 hojas										
COMENTARIOS GENERALES											

3.5.6 Taxonomía Unión Europea

CERTIFICACIÓN TAXONOMÍA UNIÓN EUROPEA



ORIGEN	Unión Europea
FUENTE	https://gbce.es/wp-content/uploads/2021/03/GBCs_EU_Taxonomy_Market_Readyness_Study.pdf
OBJETIVO	La Taxonomía Europea es un sistema de clasificación establecido por la Unión Europea que permite determinar si una actividad económica se considera medioambientalmente sustentable. Este marco de referencia establece una serie de criterios claros para evaluar la sustentabilidad de diversas actividades financieras, así como inversiones.
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> · Construcción de edificios nuevos (NC). · Renovación de edificios existentes (RH). · Adquisición y propiedad de edificios. · Instalación, mantenimiento y reparación.
ANÁLISIS DE IMPACTOS	<p>Dentro de la taxonomía se utilizan diferentes indicadores para evaluar el proceso productivo los cuales se listan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Mitigación del cambio climático: Focalizado a la reducción del consumo de energía. · Adaptación al cambio climático: Incorporación análisis de riesgo climático. · Uso sostenible y protección de recursos hídricos y marinos: Reducción de consumo de agua e implementación de medidas para la protección de su calidad durante la obra. · La transición a una economía circular: Asegurar un % de reutilización de residuos del 70% y favorecer la misma mediante la demolición selectiva de edificios existentes. · Prevención y control de la contaminación: Limitación de emisiones de contaminantes tanto al aire como al suelo. · Protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas.
EVALUACIÓN	<p>Para que una actividad económica sea considerada como sustentable ha de cumplir con 3 principios principales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contribución sustancial a uno de los seis objetivos medioambientales mencionados anteriormente. 2. No provocar ningún daño significativo (DNSH: Do not significant harm) hacia ninguno de los otros cinco. 3. Garantizar que las actividades se lleven a cabo bajo estándares éticos y laborales que aseguren garantías sociales mínimas.

**COMENTARIOS
GENERALES**

Este reglamento establece los criterios para trece sectores clave, que representan aproximadamente el 80% de las emisiones directas de gases de efecto invernadero en Europa, y abarca alrededor de noventa actividades económicas. El sector de la construcción es uno de los sectores considerados puesto que se trata de un importante emisor de gases de efecto invernadero, siendo los edificios en su construcción y fase de uso los responsables del 36% de estas emisiones.

3.5.7 Certificación Excellence In Design For Greater Efficiencies (EDGE)



CERTIFICACIÓN EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES – EDGE

ORIGEN	Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo del Banco Mundial. EDGE está financiado por el gobierno del Reino Unido y el financiamiento original proviene de la Secretaría de Estado de Asuntos Económicos de Suiza (SECO).
FUENTE	https://edgebuildings.com
OBJETIVO	EDGE es un sistema de certificación de construcción sostenible que se focaliza en hacer edificios más eficientes. Fue creado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo del Banco Mundial. Se trata de una herramienta que permite a las empresas constructoras detectar de forma rápida las maneras más efectivas de reducir energía, agua y recursos en los materiales de construcción.
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	La certificación EDGE es aplicable a una amplia variedad de edificaciones, tanto nuevas como existentes, abarcando diferentes sectores como residencial, comercial, hospitalario, educativo, entre otros, con el objetivo de promover la construcción sostenible y eficiente en el uso de recursos.
ANALISIS DE IMPACTOS	<p>Este estándar emplea indicadores específicos para medir la eficiencia de un edificio en cada una de las tres áreas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eficiencia Energética: Se analiza la eficiencia energética del edificio, considerando su diseño arquitectónico, sistemas de iluminación, climatización y uso de energías renovables. 2. Consumo de Agua: Se evalúa la eficiencia en el uso del agua, tanto en su consumo directo como en la gestión de aguas residuales. 3. Materiales: Se examina el uso de materiales de construcción con bajo impacto ambiental, así como la optimización en el manejo de residuos durante la construcción.
EVALUACIÓN	<p>Los requisitos para obtener la certificación EDGE incluyen cumplir con ciertos estándares mínimos en cada uno de estos indicadores, los cuales son establecidos por el sistema de evaluación. Estos requisitos mínimos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20% menos consumo de energía. • 20% menos consumo de agua. • 20% menos consumo de energía (incorporada en los materiales

seleccionados para la construcción). Existen tres niveles de EDGE que los proyectos inmobiliarios sustentables pueden lograr:



COMENTARIOS GENERALES

Adicionalmente Austria, Canadá, Dinamarca, ESMAP, Finlandia, el FMAM, Hungría, Japón y los Países Bajos han brindado apoyo al desarrollo y aplicación de esta certificación.

3.5.8 Certificación Passivhaus



CERTIFICACIÓN PASSIVHAUS STANDARD

ORIGEN	Alemania
FUENTE	https://passiv.de/
OBJETIVO	<p>La certificación de construcción Passivhaus, también conocida como Passivhaus Standard, es un sistema de certificación que establece rigurosos estándares para la construcción de edificios altamente eficientes en energía y confortables para sus ocupantes. Originario de Alemania, este estándar se ha extendido por todo el mundo como un referente en construcción sostenible y de alta eficiencia energética.</p> <p>La certificación Passivhaus puede aplicarse a una amplia variedad de edificios, incluyendo viviendas unifamiliares, edificios residenciales multifamiliares, edificios de oficinas, escuelas, hospitales, hoteles, entre otros.</p>
TIPOLOGÍAS DE CERTIFICACIÓN	<p>Existen dos niveles de certificación que pueden obtenerse con el estándar</p> <ul style="list-style-type: none">• Passivhaus Classic: Este es el nivel estándar de certificación, que se otorga a los edificios que cumplen con todos los requisitos del estándar Passivhaus.• Passivhaus Plus: Este nivel de certificación va un paso más allá al requerir que el edificio genere más energía renovable de la que consume, logrando así un balance energético positivo. <p>Los indicadores ambientales clave que se evalúan en el proceso de certificación Passivhaus son:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Demanda de Calefacción y Refrigeración: Se establece un límite estricto para la cantidad de energía requerida para mantener una temperatura confortable en el interior del edificio, tanto en invierno como en verano.2. Consumo de Energía Primaria: Se evalúa el consumo total de energía del edificio, incluyendo calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación y electrodomésticos, con el objetivo de minimizar la dependencia de fuentes de energía no renovables.3. Hermeticidad al Aire: Se requiere que el edificio tenga una envolvente hermética para minimizar las pérdidas de energía causadas por infiltraciones de aire no deseadas.
ANALISIS DE IMPACTOS	

EVALUACIÓN

COMENTARIOS GENERALES

Los requisitos para obtener la certificación Passivhaus son extremadamente exigentes y se centran en lograr un alto nivel de eficiencia energética y confort térmico. Entre los principales requisitos se incluyen:

- Demanda de calefacción y refrigeración: Menos de 15 kWh/m²año.
- Consumo total de energía primaria: Menos de 120 kWh/m²año.
- Hermeticidad al aire: Menos de 0.6 cambios de aire por hora a una presión de 50 Pascales.



3.5.9 Otras certificaciones relacionadas

Además de las certificaciones internacionales mencionadas anteriormente, hay otras certificaciones que, aunque no se aplican directamente al sector de la construcción, pueden tener un impacto positivo en la mejora de la sostenibilidad de este sector cuando se cumplen. Un ejemplo destacado es la certificación forestal del Forest Stewardship Council (FSC) y del Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC).

El FSC y el PEFC son dos de los sistemas de certificación forestal más prominentes a nivel internacional y se centran en la gestión responsable de los recursos forestales, asegurando que los bosques se manejen de manera sostenible, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos. Esto incluye la conservación de la biodiversidad, el respeto de los derechos de las comunidades locales y la promoción de prácticas de manejo forestal responsable. Aunque estas certificaciones no estén directamente relacionadas con la construcción, el uso de productos certificados por FSC o PEFC en proyectos puede contribuir significativamente a la sustentabilidad de éstos.

Al incorporar materiales de construcción certificados por FSC o PEFC, como madera, pisos, paneles y productos de papel, los proyectos de construcción pueden demostrar un compromiso con la conservación de los bosques y el uso responsable de los recursos naturales. Además, los edificios de tamaño medio de madera certificada pueden ser más eficientes energéticamente por ser un aislante natural y ayudar a mantener una temperatura estable en el interior del edificio (Himes and Busby, 2020) reduciendo necesidad de sistemas de calefacción y enfriamiento. Mediante el uso de estos materiales certificados, se fomenta la demanda de productos sostenibles, lo que puede incentivar a más empresas a adoptar prácticas de producción y abastecimiento responsables, y de esta forma comunicar su compromiso con la sustentabilidad.

También existe el estándar de certificación Cradle to Cradle que se aplica a materiales y productos. La evaluación de estos productos se realiza analizando su desempeño ambiental y social en cinco categorías: salud de los materiales (grado de toxicidad), reutilización de materiales, energía renovable y gestión del carbono (huella de carbono), gestión eficiente del agua y equidad social. A cada categoría se le asigna un nivel de logro, que puede ser: Básico, Bronce, Plata, Oro o Platino.

4 Contraste de certificaciones

El extenso trabajo expuesto en la presente guía ha permitido revisar un enorme compendio de certificaciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental en la construcción, ahondando en sus limitaciones y fortalezas derivadas de y para su adopción, basándose además en experiencias prácticas por parte de empresas. Esto ha permitido realizar un análisis sobre las similitudes y diferencias en las prácticas de certificación ambiental a nivel nacional e internacional que, ya sea porque se derivan de estas o por su íntima relación, se han encontrado como las más pertinentes.

En este sentido, se ha podido constatar la importancia crucial de la eficiencia energética como objetivo primordial, tanto a nivel nacional en Chile como en el contexto internacional, así como la necesidad urgente de incorporar en las certificaciones ambientales la consideración de la circularidad y el final del ciclo de vida de los edificios. Este enfoque integral es fundamental para promover prácticas constructivas más sostenibles y responsables con el medio ambiente, asegurando un futuro más resiliente y equitativo para las generaciones venideras.

Otro aspecto a tener en cuenta, comúnmente observado en todas las certificaciones, es la dificultad relativa para acceder a información precisa y detallada sobre los costos asociados a la gestión y certificación. La disponibilidad de esta información es crucial para una toma de decisiones informada y efectiva. En este sentido, la certificación CVS se destaca por proporcionar un alto nivel de transparencia en cuanto a los costos de implementación, lo cual constituye un punto fuerte en comparación con el resto de las certificaciones analizadas.

Por otro lado, es importante resaltar que la certificación LEED y DGNB sobresalen al incluir la implementación de estudios sobre el análisis de ciclo de vida dentro de sus requerimientos para la certificación. Este enfoque considera el impacto ambiental de los materiales utilizados en el proceso constructivo, lo cual refleja un compromiso con la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida de los edificios.

En el contexto actual, tanto a nivel nacional como internacional, se ha evidenciado una carencia de certificaciones que aborden de manera específica el crucial tema de la circularidad en la construcción. Esta falta de lineamientos que consideren el final del ciclo de vida de los edificios o construcciones representa un desafío significativo en la búsqueda

de la sostenibilidad ambiental. La ausencia de un enfoque que promueva o asegure un uso circular de los materiales utilizados tiene un impacto directo en el futuro medioambiental, subrayando la necesidad urgente de implementar prácticas que fomenten ya no solo la reutilización y el reciclaje de recursos, sino otros enfoques hasta completar las conocidas “10R”. En este contexto, es posible mencionar algunos ejemplos, tal como **rechazar** el uso de materiales de alta huella de carbono, como el concreto convencional, y priorizar alternativas más sostenibles, como concreto con materiales reciclados. Por otra parte, se podría **reducir** el consumo energético mediante la implementación de técnicas de diseño climatización pasiva, favoreciendo la luz natural y reduciendo la necesidad de calefacción y refrigeración. La **reutilización** de materiales o residuos existentes, la **reparación** de elementos dañados previo a su descarte, son prácticas que minimizan la generación de residuos y promueven una economía circular. Solo desde este enfoque se podrá tener habida cuenta de la circularidad en las actividades propias de este rubro y para todas las etapas del proceso constructivo.

En contraste con las ideas anteriores, se han identificado las diferencias entre las certificaciones de construcción en Chile y el ámbito internacional, las cuales reflejan enfoques y contextos diversos. La Certificación de Edificio Sustentable (CES) chilena, por ejemplo, evalúa el impacto ambiental de edificios públicos sin distinción de propiedad, abarcando tanto proyectos nuevos como existentes. Este enfoque inclusivo promueve una evaluación integral de la sostenibilidad. En contraste, las certificaciones europeas se centran más en proyectos urbanísticos, comerciales y residenciales, lo que delimita su aplicabilidad a ciertos tipos de construcciones.

Además, la CES en Chile muestra una amplitud en la variedad de proyectos certificados, desde infraestructuras públicas hasta instalaciones privadas, lo que evidencia un compromiso nacional con la sostenibilidad en el sector de la construcción. Esta amplia aplicación se traduce en una mayor cobertura y conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en todos los niveles de la sociedad chilena. Por su parte, las certificaciones europeas parecen tener un alcance más restringido geográficamente y una aplicación más fragmentada, lo que podría estar relacionado con las diferencias en la legislación y los estándares de construcción.

Uno de los vacíos más importantes detectados fue la falta de certificaciones específicas para los diferentes stakeholders. Solo por citar un ejemplo, es posible mencionar que no existe una que se dedique en particular a interesados específicos tales como los englobados en la Demolición, y si bien, en algunas se consideran temas logísticos, o bien

de gestión de residuos, no hay certificaciones que aborden con precisión este tema. En este sentido los indicadores, tanto ambientales como de circularidad, al ser herramientas más generales, pueden dar cabida a soluciones para stakeholders que no estén considerados en una certificación. Un ejemplo de lo anterior es la aplicación de la huella hídrica en los procesos de demolición. Este indicador, que cuantifica el volumen total de agua dulce utilizada para producir bienes y servicios, puede ser aplicado a cualquier etapa de los procesos de demolición. Esto permite una evaluación detallada y sistemática del consumo de agua en cada etapa del desmantelamiento y derrumbe de una construcción. Además, la huella hídrica puede ser utilizada para evaluar y contrastar los impactos de posibles cambios tecnológicos. Por lo tanto, esto proporciona una herramienta valiosa para la toma de decisiones para la mejora en este sub-sector de la construcción, con el objetivo de minimizar el uso de recursos hídricos y promover la sostenibilidad ambiental.

5 Lecciones aprendidas

Para abordar la sostenibilidad en la construcción, es imperativo incorporar medidas de circularidad en las certificaciones, integrando indicadores que impulsen esta visión holística en el sector. Esta estrategia implica valorizar y promover edificaciones que adopten prácticas circulares, fomentando así un modelo de construcción más responsable y sostenible desde su concepción. Se carece de herramientas o normas unánimes que puedan medir el potencial de la Economía Circular de los edificios con una precisión razonable. Es necesario desarrollar un kit de certificaciones e indicadores que se relacionen entre sí, que permita a cualquier stakeholder poder determinar su nivel de impacto ambiental, junto con el hecho de poder validar sus esfuerzos, en cualquier nivel del proyecto, a la hora de mejorar sus procesos productivos a nivel de la construcción. En este sentido, se debe privilegiar estrategias circulares.

Por otra parte, uno de los desafíos clave reside en el control del fin de vida (FDV) de los edificios, donde se observa un vacío normativo significativo. Es crucial desarrollar normativas que promuevan la planificación del FDV durante la fase de construcción, considerando que los edificios suelen tener una vida útil superior a 50 años. Esta planificación debería contemplar escenarios diversos, incluyendo un desmantelamiento controlado del edificio para minimizar los impactos ambientales. Además, es importante reconocer la posibilidad de alternativas ecológicas a lo largo del ciclo de vida de los edificios, reforzando así un compromiso continuo con la gestión ambiental.

En ese sentido, al igual que el FDV, se evidencia una falta de consideración respecto al mantenimiento de los edificios, aspecto fundamental para prolongar su vida útil y reducir fallas. Así mismo, no existen directrices que promuevan un mantenimiento sustentable. En este contexto, la guía Rumbo 20.30 destaca la necesidad de supervisar las responsabilidades de los propietarios en el mantenimiento de edificios, haciendo hincapié en la revisión de registros y acciones de rehabilitación. El objetivo es mejorar el conocimiento sobre el funcionamiento de los edificios y sus instalaciones, promoviendo su uso adecuado y la implementación de criterios de mantenimiento que garanticen su longevidad y eficiencia a lo largo del tiempo. Este enfoque integral es esencial para avanzar hacia un sector de la construcción más sostenible y resiliente ante los desafíos ambientales actuales. (Masseck, 2018)

En relación a las certificaciones, uno de los aspectos más destacados en el presente trabajo es la dificultad potencial para recopilar la información requerida para obtener

certificaciones. En particular, en el contexto de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMes), esta tarea puede ser compleja debido a la falta de acceso a la información necesaria. Las MiPyMes a menudo enfrentan limitaciones financieras y de recursos en este sentido, la obtención de certificaciones puede requerir informes detallados, análisis de ciclo de vida y otros documentos que no siempre están al alcance de estas empresas. Sin embargo, existen experiencias valiosas, como la iniciativa Al-Invest en el que se enmarca este trabajo, la cual proporcionará estudios de análisis de ciclo de vida simplificados sobre la conceptualización de servicios sustentables a MiPyMes que no tienen el capital necesario para llevar a cabo estas investigaciones por sí solas y buscan ahondar en su concepción e implementación. Todo ello con el objetivo de facilitar el acceso a información relevante, brindando apoyo a las empresas en su búsqueda de certificaciones y reconocimientos.

En el contexto de las MiPyMes es pues fundamental mantener un registro detallado de los materiales utilizados y los procesos llevados a cabo. Esta práctica tiene múltiples beneficios, especialmente cuando se busca acceder a certificaciones o evaluaciones de indicadores. Un inventario actualizado permite analizar eficientemente la cadena de suministro y las operaciones. Además, facilita la colaboración con entidades gubernamentales y privadas, demostrando transparencia y compromiso con la gestión responsable de recursos.

A nivel nacional se recomienda desarrollar una certificación basada en indicadores de circularidad y ambientales, que permita recoger tanto el nivel de circularidad de los proyectos como su impacto ambiental. El objetivo de este ejercicio sería buscar una interacción positiva entre los indicadores, de manera que, con un solo esfuerzo por parte de las empresas, puedan validar y demostrar la relevancia de las mejoras a nivel de productividad en el sector de la construcción. Es necesario mencionar que dichos indicadores deben ser lo suficientemente flexibles como para que cualquier stakeholder pueda adoptarlos. Entendemos que para lograr este objetivo es clave una participación activa por parte del estado, no tan solo a nivel normativo, sino a través del apoyo financiero de proyectos como el programa AL-INVEST, que acerque la parte medioambiental y de circularidad a MiPyMes que estén interesadas en desarrollar una línea de negocios en base a las recomendaciones que plantea la economía circular (Figura 2).

Certificación de circularidad

La certificación circular es un enfoque estratégico que busca optimizar la gestión de materiales y procesos dentro de una empresa, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y fomentar la economía circular. A través de la recopilación de información base, se determinan indicadores circulares y ambientales que establecen requisitos mínimos para la certificación.

Un ejemplo práctico de este enfoque sería realizar un inventario de materiales utilizados en los procesos de construcción. Al analizar cuántos de estos materiales se reciclan, se puede evaluar su impacto ambiental y calcular el porcentaje de reciclado. La certificación establecería umbrales mínimos para estos valores permitiendo a la empresa evaluar su implementación y de esta forma validar su compromiso con la sostenibilidad y la gestión responsable de recursos.

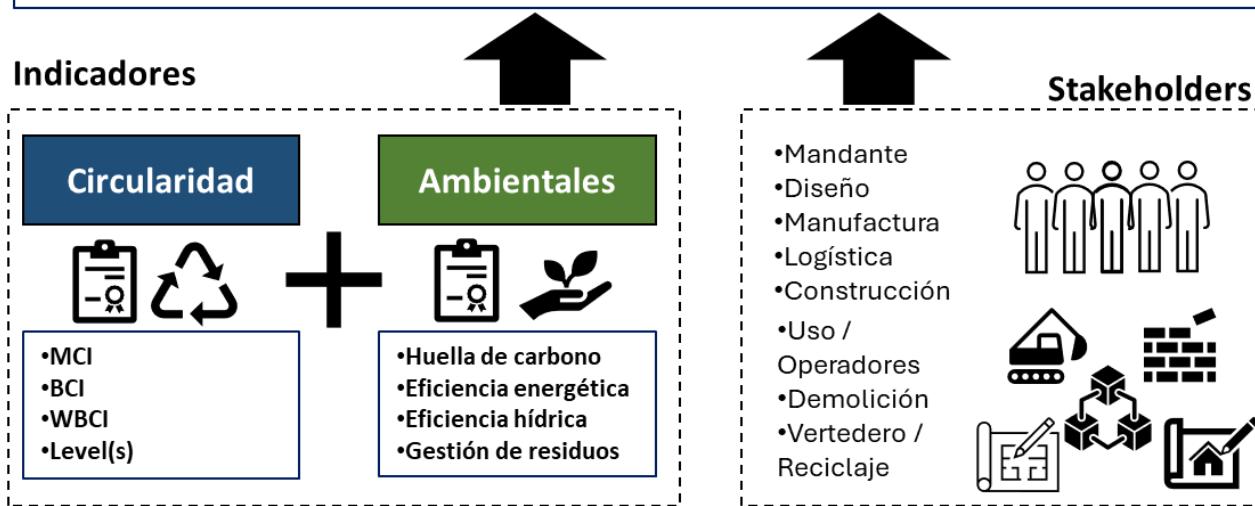


Figura 2. Desarrollo de certificaciones en circularidad.

Fuente: elaboración propia.

6 Anexo 1

6.1 Búsqueda de certificaciones e indicadores ambientales

En este apartado, se proporciona una descripción detallada de la metodología empleada para la recopilación de literatura relevante. Esta metodología abarca la exploración de certificaciones e indicadores ambientales tanto a nivel nacional como internacional, con un enfoque particular en el contexto de la construcción.

Para llevar a cabo esta tarea, se recurrió a una variedad de motores de búsqueda y se emplearon palabras clave específicas. Este enfoque permitió la construcción de un cuadro comprensivo que refleja la información disponible hasta la fecha.

Es importante destacar que el alcance de este trabajo abarca información desde el año 2014, lo que representa un período de diez años. El proceso de recopilación y análisis de la información se llevó a cabo en dos etapas principales. La primera etapa consistió en la búsqueda de información relevante a nivel nacional e internacional, mientras que la segunda etapa, se realizó un análisis detallado de los indicadores y certificaciones ambientales encontrados.

6.1.1 Búsqueda: motores y patrones

Para llevar a cabo la labor de recopilación de información, se recurrió a una variedad de motores de búsqueda. Estos incluyen sitios web gubernamentales, motores de búsqueda convencionales y plataformas académicas y científicas, como Elsevier. Estas herramientas de búsqueda fueron seleccionadas por su capacidad para proporcionar información precisa y relevante en el campo de estudio.

Los motores de búsqueda utilizados buscan generar una cobertura amplia para las fuentes de información. Los sitios web gubernamentales proporcionaron información oficial y actualizada, los motores de búsqueda estándar ofrecieron una gama de recursos de diferentes fuentes y las plataformas académicas y científicas, como Elsevier, proporcionaron acceso a investigaciones y estudios de alta calidad.

A continuación, se proporciona una lista detallada de los términos usados en los motores

de búsqueda:

- Certificación
- Certificaciones
- Eco-etiquetado
- Indicadores ambientales
- Huella de carbono
- Cambio climático
- Normativas ambientales
- Biodiversidad
- Desarrollo sostenible
- Eficiencia energética
- Gestión de residuos
- Impacto ambiental
- Impactos ambientales
- Construcción
- Métricas de evaluación ambiental
- Economía circular
- Circularidad
- Sostenibilidad

De la información obtenida, se realizó una clasificación por diferentes factores descritos en la Tabla 3. El objetivo es generar una visión amplia de la situación actual de los indicadores y certificaciones a nivel global y local, en torno a la economía circular en la construcción, dentro del Tabla 4 se describen las categorías utilizadas para la gestión y orden de la información.

Tabla 4. Descripción de las categorías de información utilizadas.

Categoría	Descripción
Área de trabajo	Se refiere al sector industrial o productivo al que se aplica la certificación. Esta área delinea el campo específico de actividad económica donde se implementa el estándar de certificación.
Ubicación geográfica	Muestra la ubicación del origen de la certificación
Indicadores ambientales utilizados	Estos indicadores son métricas cuantificables que evalúan el desempeño ambiental de la actividad o proceso certificado, abordando aspectos como el consumo de recursos naturales, la generación de residuos, las emisiones contaminantes, entre otros.
Comentarios generales	Espacio para agregar observaciones o información adicional relevante sobre la certificación.
Fuente de la información	Identifica la fuente de donde se obtuvo la información relacionada con la certificación, proporcionando transparencia y credibilidad.

Fuente: elaboración propia.

Con todo, el trabajo ha permitido evaluar hasta un total de 15 referencias asociadas a artículos científicos, y 25 páginas web de diversas índoles, gubernamentales, de empresas

privadas y propias de las certificaciones presentadas. Con lo que fue posible la creación y desarrollo de esta guía.

7 Bibliografía

- Brandt, M.J., Johnson, K.M., Elphinston, A.J., Ratnayaka, D.D., 2017. The Demand for Potable Water, in: Twort's Water Supply. Elsevier, pp. 1-36. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100025-0.00001-6>
- CDT, C. de D.T., 2020. Plan de gestión de residuos en obra, paso a paso. Cámara Chilena de la Construcción (CChC).
- European Commission, 2020. Communication: A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, The council, the european economic and social committee and committee of the regions. ed.
- European Commission, n.d. Buildings and construction [WWW Document]. URL https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/buildings-and-construction_en (accessed 4.24.24).
- Himes, A., Busby, G., 2020. Wood buildings as a climate solution. *Developments in the Built Environment* 4, 100030. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100030>
- Khadim, N., Agliata, R., Thaheem, M.J., Mollo, L., 2023. Whole building circularity indicator: A circular economy assessment framework for promoting circularity and sustainability in buildings and construction. *Building and Environment* 241, 110498. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110498>
- Masseck, T., 2018. Economía circular en el sector de la construcción.
- MINVU, M. de V. y U., 2018. Estándares de Construcción Sustentable Para Viviendas, Tomo III: Agua.
- Muthu, S.S., 2020. Textile processing and greenhouse gas emissions, in: Assessing the Environmental Impact of Textiles and the Clothing Supply Chain. Elsevier, pp. 57-75. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819783-7.00003-X>
- Osorio, D., Moreno, M., Jofré, M., Jara, C., Guerrero, P., Frodden, E., Farias, S., Martinez, M., 2019. Eficiencia energética en construcciones. INAPI, Instituto Nacional de Propiedad Industrial - Ministerio de Economía y Fomento al Turismo.
- Pomponi, F., Stephan, A., 2021. Water, energy, and carbon dioxide footprints of the construction sector: A case study on developed and developing economies. *Water Research* 194, 116935. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116935>

Ranganathan, J., Moorcroft, D., Koch, J., Bhatia, P., 2004. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.

Rao, A., Laura, J.S., Dhania, G., 2024. Water conservation for environmental sustainability, in: Water, The Environment, and the Sustainable Development Goals. Elsevier, pp. 85-106. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15354-9.00012-8>

Rodríguez, N., Brito, J., Bérriz, R., 2013. Guía para la gestión integral de residuos sólidos municipales. La Habana, Cuba: Centro de Desarrollo Local y Comunitario.

Sizirici, B., Fseha, Y., Cho, C.-S., Yildiz, I., Byon, Y.-J., 2021. A Review of Carbon Footprint Reduction in Construction Industry, from Design to Operation. Materials 14, 6094. <https://doi.org/10.3390/ma14206094>

Ulucak, R., Yücel, A.G., Koçak, E., 2019. The Process of Sustainability, in: Environmental Kuznets Curve (EKC). Elsevier, pp. 37-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816797-7.00005-9>

Vandervaeren, C., Fufa, S.M., Kallaos, J., 2022. Level(s) compared to European and Norwegian standards for life cycle assessment of buildings. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1078, 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1078/1/012056>

Verberne, J., 2016. Building Circularity Indicators—An Approach for Measuring Circularity of a Building. Eindhoven University of Technology: Eindhoven, The Netherlands.

Wiche, P., Rodríguez, B., Granato, D., 2020. Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones: Resumen para Tomadores de Decisiones. Santiago, Chile.



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

