

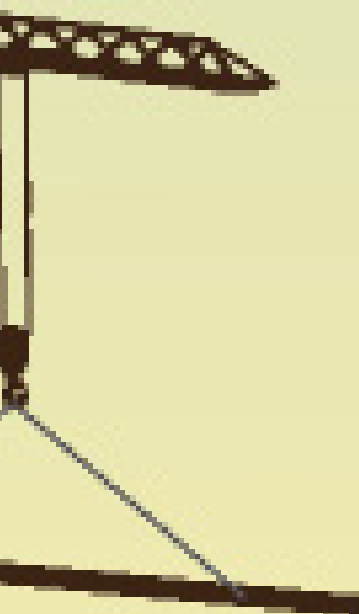
ESTRATEGIAS DE MEDICIÓN, VERIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

ÁREA TÉCNICA, PROYECTOS Y ESTUDIOS
CHILE GREEN BUILDING COUNCIL
2023



ÍNDICE

Carta del Equipo de Chile Green Building Council	5
Carta Advancing Net Zero	7
Carta One Click LCA.....	9
Introducción	11
Antecedentes	12
Descripción y Análisis de metodologías de cálculo de Huella de carbono	31
Softwares y Herramientas para la Medición de la Huella de Carbono	49
Sistemas de Certificación y Sellos para Edificios con Enfoque en Huella de Carbono.....	59
Declaraciones Ambientales de Producto	64
Evaluación del ciclo de carbono completo en pilotos.....	72
Conclusiones Generales.....	106
Agradecimientos.....	107



Carta del Equipo de Chile Green Building Council

La Corporación Chilena de la Construcción y Desarrollo Sustentable, Chile Green Building Council, es una organización sin fines de lucro, miembro del World Green Building Council, desde el 2010 trabaja con el propósito de promover el desarrollo sustentable en el sector construcción a través de la generación de capacidades, la innovación y transferencia tecnológica, la conservación de recursos y el desarrollo y uso de los distintos sistemas de certificación nacionales a internacionales disponibles en Chile, con el objetivo de evitar y mitigar externalidades negativas en el medioambiente construido y mejorar la calidad de vida, salud y bienestar de las personas y sus comunidades.

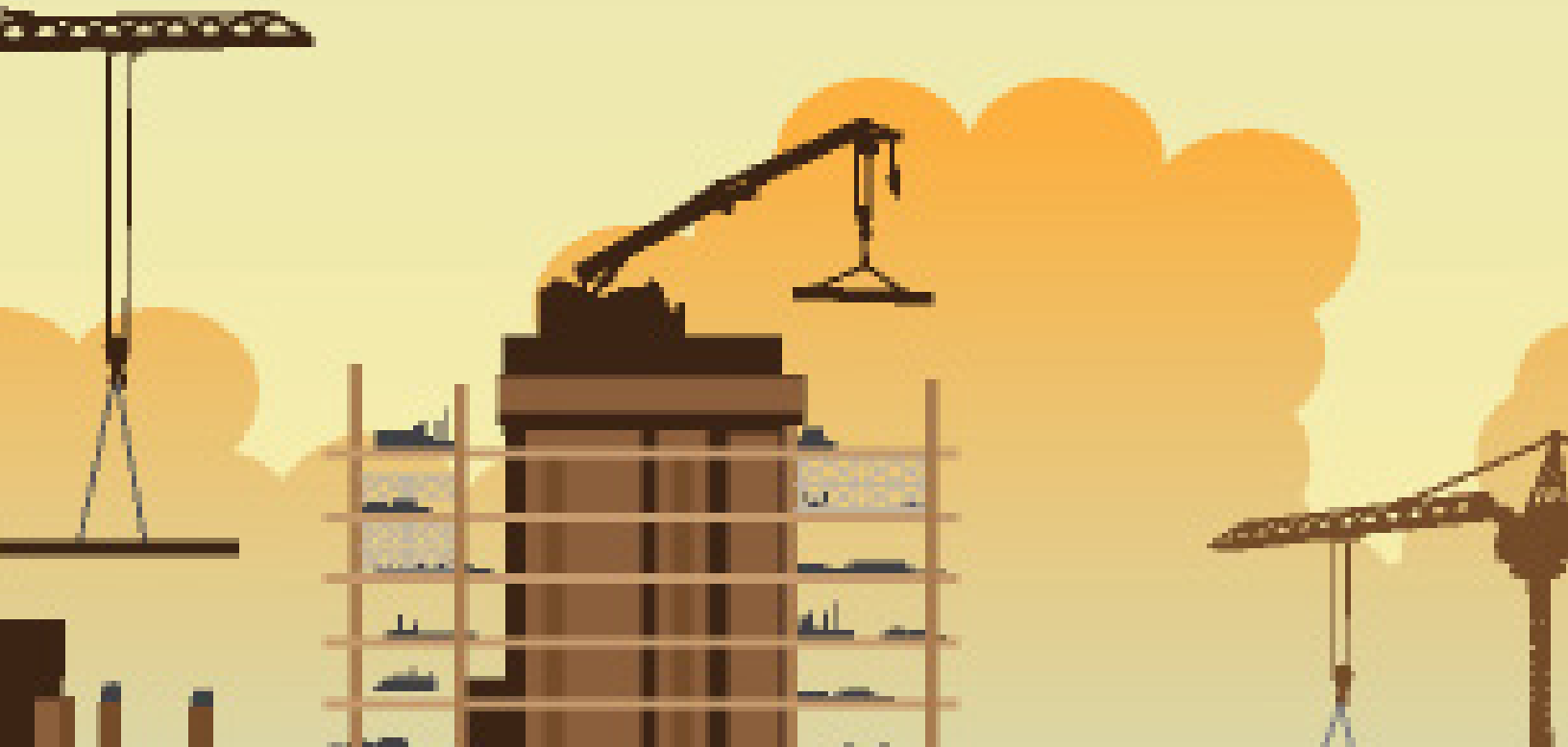
Según datos del Ministerio de Energía, en base al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) año 2016, el Sector Edificación es responsable de un 7% de las emisiones nacionales, este dato contrasta fuertemente con el 39% determinado por organizaciones como la IEA, GlobalABC y el World Green Building Council. La inconsistencia de la estimación

nacional con los datos internacionales se debe principalmente a que no existen datos específicos del sector construcción y que tampoco se ha abordado el impacto del ciclo de vida completo de las edificaciones en lo referente a carbono incorporado y operacional.

En este mismo escenario, dentro de las proyecciones para cumplir con los objetivos de descarbonización comprometidos por Chile al 2050, se establece que la edificación sostenible aportaría en un 17%, lo que tampoco condice con la información provista por las instituciones internacionales anteriormente mencionadas que establecen que el sector construcción es el que representa mayores oportunidades de transformación hacia uno más sostenible y bajo en carbono lo que tendría una incidencia mayor que el porcentaje estimado para Chile. Sin embargo, dentro de los mismos datos provistos por el Ministerio de Energía, se concluye que la Industria Sostenible contribuiría en 25% y siendo el sector construcción muy intensivo en el uso de materia prima virgen, podemos inferir que se requiere en-

tender a la construcción como una industria sinérgica con otros sector productivos y que por lo tanto es imperativo avanzar en recopilar datos de desempeño ambiental de edificaciones tanto residenciales como de uso público con enfoque de ciclo de vida completo para poder proveer información que reduzca al máximo las estimaciones y avanzar en metas que recojan el comportamiento real del sector.

El año 2020, dos organizaciones internacionales, publicaron documentos para Latinoamérica y Europa que visibilizan la importancia de la gestión responsable de la materialidad en las edificaciones y recalcan la relevancia de la gestión aguas arriba en cuanto a promover la selección de productos con menor huella ambiental y que certifiquen sus impactos a través de etiquetas ambientales, asimismo, se destacan acciones prioritarias, enfocadas en promover el Análisis de Ciclo de Vida aplicando esta metodología como herramienta para medir, gestionar y comunicar impactos ambientales en distintos tipos de edificaciones.



En su Hoja de Ruta 2020-2050 para Latinoamérica, Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), establece un cronograma de iniciativas con foco en el desarrollo e implementación de políticas públicas basadas en principios de economía circular, promoviendo la medición, reporte, verificación y comparación de carbono incorporado en materiales y edificios así como el etiquetado de productos de construcción, apoyado por estándares mínimos de desempeño ambiental y por incentivos normativos y financieros. Asimismo, el reporte "Zero Carbon Buildings 2050" desarrollado por CE Delft para la European Climate

Foundation, concluye que una de las 5 áreas objetivo para la descarbonización del sector construcción es utilizar materiales bajos en carbono y con atributos de circularidad en donde se deben abarcar dos aspectos, la reducción en la demanda de materiales (eficiencia) y la descarbonización de la producción (incluidos los procesos de construcción y fin de vida útil) para lo cual se requieren distintos instrumentos regulatorios, de financiamiento y educación y concientización, así como avanzar en el levantamiento de información específica del sector para cuantificar de forma objetiva los impactos de las distintas iniciativas y poner en

marcha acciones con un impacto medible y que favorezca la comparabilidad.

Este documento, desarrollado por el equipo técnico de Chile Green Building Council, cuenta con la contribución y colaboración de nuestras empresas socias AZA Acero y EBP Chile, el Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción CTeC, las empresas Edge Latam y One Click LCA y cuenta con el apoyo del programa global del WorldGBC Advancing Net Zero.

Equipo Chile Green Building Council

María Fernanda Aguirre,
Directora Ejecutiva

Gabriela Sabadini Dorich
Coordinadora de Proyectos Técnicos
Jefa de Proyecto "Estrategias de Medición, Verificación
y Comunicación de Impactos Ambientales en el Sector
Construcción"

Paula Hevia Álvarez,
Jefa de Proyectos Técnicos

María Rocío Ruggeri,
Jefa de Proyectos Técnicos

Yuvixa Alcaíno,
Asistente de Proyectos Técnicos

Según datos del Ministerio de Energía, en base al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) año 2016, el Sector Edificación es responsable de un 7% de las emisiones nacionales, este dato contrasta fuertemente con el 39% determinado por organizaciones como la IEA, GlobalABC y el World Green Building Council.



Victoria Burrows
Director
Advancing Net Zero

Carta Advancing Net Zero

El programa de acción climática global del WorldGBC 'Advancing Net Zero' trabaja con 34 GBCs locales, dentro de los cuales se encuentra Chile, con el objetivo de desarrollar herramientas, programas y recursos para promover la urgencia y la viabilidad de los edificios neto cero carbono y desarrollar la capacidad de la industria para entregarlos.



El programa está impulsado por un marco creado por consenso que incluye definiciones generales de edificios neto cero carbono, princi-

pios para la aplicación de las mejores prácticas y una visión de ciclo de vida completo para la descarbonización del sector:

- Para el 2030, todos los edificios nuevos, la infraestructura y las renovaciones tendrán al menos un 40 % menos de carbono incorporado con una importante reducción inicial de carbono. Todos los edificios nuevos deben tener cero emisiones netas de carbono operacional.
- Para el 2050, todos los edificios nuevos, la infraestructura y las renovaciones tendrán cero emisiones netas de carbono. Todos los edificios, incluidos los edificios existentes, deben tener cero emisiones netas de carbono.

Para lograr estos objetivos son fundamentales tres conceptos críticos: **Medición y Verificación, el Ciclo de la Ambición y la Comunicación.**

En primer lugar, comprender los impactos del sector (consumo de energía operacional, impactos del carbono, carbono incorporado y emisiones de alcance 3) requiere medición. Si somos capaces de monitorear, rastrear y analizar los datos y los conocimientos de impacto proporcionados, entonces estamos mejor posicionados para identificar oportunidades de intervención y mejora continua hacia la reducción de emisiones. La huella de carbono es una herramienta importante en este proceso y la verificación es crucial para garantizar que los datos en los que se confía sean precisos para informar las decisiones.

El Net Zero Carbon Buildings Commitment del WorldGBC reconoce y promueve la acción de liderazgo climático de empresas, organizaciones, ciudades y gobiernos locales para 2030 en la descarbonización del entorno construido, e inspirar a otros a tomar medidas similares y eliminar las barreras para

la implementación. La Medición y la Verificación están integradas en los requisitos que firman los signatarios, lo que garantiza que estén rastreando, evaluando y compartiendo su progreso.

Esto se relaciona con el segundo concepto: el Ciclo de la Ambición. Este es un ciclo de retroalimentación positiva en el que políticas gubernamentales audaces y el liderazgo del sector privado se refuerzan mutuamente y juntos llevan la acción climática al siguiente nivel. Esto significa que la acción del liderazgo empresarial, como la de los signatarios del Compromiso,

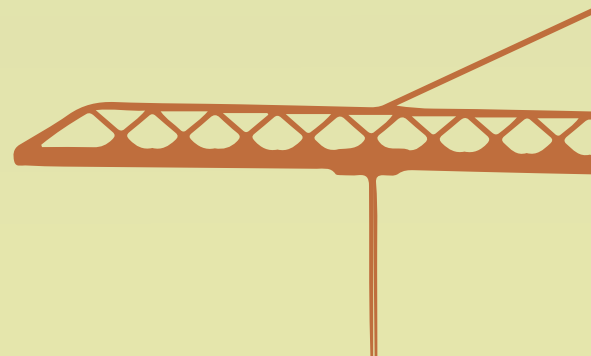
informa e inspira la acción de los responsables políticos (y, en última instancia, la regulación), y viceversa. No podemos esperar a las regulaciones y negocios, apoyados en recursos como este Documento, debemos ser audaces y sentirnos equipados para dar pasos importantes hacia la descarbonización del sector.

Por último, la comunicación. Compartiendo los ejemplos de lo que ha funcionado bien, lo que podría mejorarse, casos estudio de edificios que prueban que existen enfoques y tecnologías para descarbonizarlos hoy en día, e informes

que se publican desde nuestra red GBCs que resuenan a través de las fronteras. Es muy importante que compartamos esta experiencia porque no podemos resolver este desafío solos. Ninguna empresa, ciudad o gobierno puede lograr el cero neto por sí solo. Necesitamos inspirar a otros para que se adapten y tomen medidas hacia la transformación del mercado.

El entorno construido tiene un papel enorme que desempeñar en la reducción de emisiones, la mejora de la resiliencia y la calidad de vida. Llegaremos allí Midiendo, Verificando y Comunicando.

El programa de acción climática global del WorldGBC 'Advancing Net Zero' trabaja con 34 GBCs locales, dentro de los cuales se encuentra Chile, con el objetivo de desarrollar herramientas, programas y recursos para promover la urgencia y la viabilidad de los edificios neto cero carbono y desarrollar la capacidad de la industria para entregarlos.





Clara García
Business Developer
for Spain & LATAM
One Click LCA

Carta One Click LCA

Importancia del Análisis de Ciclo de Vida y comunicación de impactos ambientales de los edificios

Su principal importancia reside en que el sector de la construcción es el responsable de un 39% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel global, esto genera una necesidad de medir y reducir los impactos medioambientales del sector. A través del análisis de ciclo de vida de edificios se considera el proyecto del edificio completo de forma holística lo que permite calcular tanto los impactos derivados de los materiales de construcción como los impactos energéticos del uso del edificio.

A nivel de materiales, el análisis de ciclo de vida tiene una gran impor-

tancia, ya que permite poder comparar materiales a nivel de vida de edificio, es decir, en 60 años, teniendo en cuenta no solo la fabricación de los mismos y el transporte, sino también su mantenimiento, reparación o sustitución a lo largo de ese tiempo.

Otra de las grandes ventajas de estos estudios y la comunicación de sus resultados es poder generar una comparación o benchmark de resultados de los impactos del edificio a nivel de comunidad, local, regional o incluso nacional.

Estos estudios son también fundamentales para poder cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales, que ya indican unos límites a alcanzar o unas estrategias a seguir dependiendo de la localización, así como para poder preparar los edificios para futuras

legislaciones que acabarán extendiéndose por todas las regiones del mundo. Del mismo modo, permite acceder a certificaciones de edificación sostenible como LEED. En concreto, calcular un análisis de ciclo de vida para una certificación de edificación sostenible permite construir edificios más confortables, ahorrar el consumo de energía, mejorar la accesibilidad y aumentar el valor del inmueble y su tasa de ocupación.

Herramientas de One Click LCA: LEED y Planetary

El software de One Click LCA cuenta con herramientas gratuitas, comerciales y para estudiantes dependiendo de la necesidad de los distintos clientes. Podemos des-



taar entre ellas, Planetary, que es una herramienta gratuita abierta para cualquier usuario y que permite calcular la huella de carbono de los materiales de un proyecto de edificación y la comparativa de estos resultados para varios diseños de un mismo proyecto. Con ella se obtienen resultados de la huella de carbono teniendo en cuenta la extracción de las materias primas, el transporte a la fábrica y la fabricación de los materiales de construcción empleados en el edificio.

Su base de datos contiene las diez categorías de materiales más importantes de cada región. También incluye un informe de resultados con sencillas equivalencias entre los impactos resultantes y el número de coches nuevos fabricados o el número de árboles plantados que supondría la compensación de la emisión.

En cuanto a las licencias comerciales, el software cuenta con herramientas adicionales con alcances y cálculos específicos para cada uso como, por ejemplo, la certificación LEED. Para esta certificación, One Click LCA cuenta con las herramientas para cumplir con créditos de los distintos esquemas de LEED como v4.1, v4 y v3 y sus respectivos alcances. Además, la herramienta cuenta con la funcionalidad de integración con otros softwares como Revit o Desing Builder y una base de datos en cumplimiento con la ISO 14044 tal y como solicita LEED.

Importancia de la comunicación de impactos ambientales de materiales y productos de construcción a través de Declaraciones Ambientales de Producto

Como ya se ha mencionado, los edificios y la construcción son responsables de alrededor del 39% de las emisiones anuales de CO₂ del mundo. De esta cifra, el 11% procede del carbono incorporado, es decir, de las emisiones derivadas de la extracción y la fabricación de productos.

La importancia de las Declaraciones Ambientales de Producto reside en apoyar el reto del carbono incorporado haciendo más visible el impacto ambiental de los productos y materiales, de modo que puedan tomarse medidas para reducirlo. Su condición de documentos verificados de forma independiente, regidos por normas y estándares internacionales, significa que gozan de un amplio reconocimiento en el sector de la construcción y que se valoran con confianza y credibilidad.

Gracias a esto, permiten proporcionar una base para la comparación de los impactos de los materiales que ayuda de forma definitiva a la toma de decisiones sobre la selección de los productos más sostenibles tanto a nivel de fabricación e instalación, como a nivel de uso y fin de vida. También hay que tener en cuenta que, en una Declaración Ambiental de Producto, además de la huella de carbono, se proporcionan más impactos ambientales que permiten su comparación de forma más amplia. Esto ayuda a los propios fabricantes a conocer de forma más detallada sus productos, sus procesos de fabricación y las posibles mejoras de la sostenibilidad de cadena de valor.

A nivel de mercado, permite ver la comparación de los mismos materiales de construcción de distintos fabricantes y así, ver en qué áreas el producto destaca y en cuales es necesario prestar atención a una posible mejora. A este nivel, también es necesario destacar que una Declaración Ambiental de Producto es un documento que aparece de forma pública en bases de datos medioambientales del sector de la construcción, lo que garantiza la visibilidad del producto a nivel global y demuestra la transparencia de los componentes y los impactos del producto.

Con respecto a este punto, debido a las normativas que comienzan a requerir materiales con EPD en los edificios, ya se comienza a dar prio-

riedad a los materiales o productos que revelan la huella medioambiental con esta Declaración. Lo mismo está sucediendo con las certificaciones de edificación sostenible como LEED, que ofrecen créditos por el uso de materiales con EPD. También prepara los productos para futuras normativas y certificaciones, lo que supone una inversión a la hora de cumplir con los cambiantes requisitos de sostenibilidad.

Herramientas de One Click LCA: Product Carbon tool, Pre-verified EPD Generator, EPD Generator

En este campo, el software de One Click LCA cuenta con varias herramientas. La primera de ellas es la Product Carbon tool, la cual permite calcular la huella de carbono de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Este no es un análisis verificado por terceros ni publicado, pero sirve de mucha ayuda al fabricante para poder conocer más a fondo su producto y de dónde vienen las emisiones del mismo.

Ya más enfocado a la creación de Declaraciones Ambientales de Producto, el software tiene un Generador de EPDs que puede ser pre-verificado o no. El pre-verified EPD Generator está especialmente adaptado a los estudios que se quieren verificar con un operador de programa concreto, que ya ha validado la herramienta como apta para estos análisis y para los que ya se cuentan con plantillas adaptadas a los materiales. En concreto, este generador funciona cuando se quiere emplear EPD Hub o International EPD System. Por otro lado el EPD Generator funciona de forma similar, pero para la verificación y publicación con un operador de programa distinto a los dos mencionados anteriormente.



Introducción

De acuerdo con datos del World Green Building Council, los edificios consumen el 36% de la energía producida y son responsables del 39% de las emisiones globales de carbono, en Chile, de acuerdo con datos de la Cámara Chilena de la Construcción (2018), se estima que, considerando el ciclo de vida completo de los proyectos de construcción, las emisiones del sector podrían representar cerca de un 23% del total de GEI del país y el 31% del uso de energía.

Como respuesta al desafío de descarbonizar el sector construcción, el año 2018 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), forma una mesa público - privada que a mediados del año 2019 se consolida en el Comité de Huella de Carbono del Sector Construcción y que a la fecha está compuesto por ministerios, organizaciones, universidades, empresas y expertos en la materia.

Dentro de las Líneas de Trabajo del Comité, se establece la necesidad de trabajar en una Hoja de Ruta con 3 ejes¹ de trabajo y avanzar en el desarrollo de una Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el Sector Construcción (ENHCSC) que establezca lineamientos, metas, responsables e indicadores de

seguimiento para fomentar la preservación de recursos a través de la gestión eficiente de la huella de carbono a lo largo de todo el ciclo de vida de materiales, productos y soluciones constructivas, edificaciones e infraestructura, incluyendo tanto el carbono incorporado como el carbono operacional y que además estuviera alineada con otras iniciativas y políticas públicas vinculadas a cambio climático y economía circular.

Como parte de las acciones que conformaron el primer borrador de la ENHCSC, se definió la necesidad de avanzar en la Medición de Huella de Carbono de Edificación en Chile, estableciendo una programa de trabajo que incluye en una primera etapa un levantamiento y comparación de metodologías internacionalmente reconocidas y validadas para medición de huella de carbono en edificación, un análisis comparativo de softwares disponibles para ser usados en construcción, un diagnóstico de sistemas internacionales de certificación para edificaciones que incorporen en sus requerimientos medición y verificación de carbono y el análisis de casos de estudio de proyectos residenciales que hayan cuantificado sus emisiones.

La información detallada anteriormente y que forma parte de este estudio, constituye un insumo importante que por una parte permite saber qué softwares para análisis de ciclo de vida son los más aptos para ser usados en el mercado nacional y pueden ser integrados certificaciones nacionales como CES y la CVS y también contribuir a fomentar el ecodiseño en el rubro de materiales y productos de construcción. Asimismo, la información levantada como parte de este estudio, facilita el contar con una base de información en cuanto a metodologías y casos de estudio lo que es un recurso fundamental para poder, por un lado, recomendar el método más adecuado para medir huella de carbono de edificación en Chile.

Adicionalmente, el tener conocimiento de qué alcance, estrategias y softwares son parte de los requerimientos y recomendaciones de herramientas internacionales de certificación, es un recurso importante para incorporar esta información en sistemas nacionales y que así puedan contribuir aún de mejor forma a los desafíos planteados por las distintas políticas públicas relacionadas con cambio climático y economía circular.

¹ Los 3 ejes mencionados corresponden a: 1.- Levantamiento de base de datos de Huella de Carbono para el ciclo completo de la edificación, definiendo sistemas constructivos y tipologías de edificios a evaluar; 2.- Metodología de monitoreo reporte y verificación de Huella de Carbono para el ciclo completo de la edificación y 3.- Calculadora de Huella de carbono para estimar impactos desde la etapa de diseño, donde se espera que esta calculadora sea implementada por las certificaciones nacionales CES y CVS.

Antecedentes

Nacionales

Estrategia Nacional de Huella de Carbono para el Sector Construcción al 2050

El año 2018 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), en su constante preocupación por el impacto que genera la construcción y operación de las edificaciones en el medioambiente –en conjunto con el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH)– formaron una mesa público privada con el objetivo de “Definir en forma conjunta metodologías de levantamiento de monitoreo reporte y verificación, bases de datos y calculadoras para promover la gestión y reducción de Huella de Carbono en la Construcción”.

Con este fin, el Minvu –a través de la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable de la Ditec– convocó a 10 actores del sector construcción: los ministerios de Medio Ambiente (MMA), Obras Públicas (MOP) y Energía, Instituto de Cemento y Hormigón de Chile (ICH), Instituto Chileno del Acero (ICHA), Madera21 de Corma, Compañía In-

dustrial El Volcán S.A., Asociación Gremial Chilena del Vidrio, Aluminio y PVC (Achival) y la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable (SECS) de la DITEC del MINVU.



La visión de esta Estrategia es que al año 2050 el sector de la construcción haya alcanzado la carbono neutralidad, los edificios nuevos serán construidos bajo estándares de emisiones netas ceros y el parque existente habrá reducido y/o

compensado sus emisiones. Esta transformación del sector se sustenta en que los usuarios finales están concientizados y demandan este tipo de proyectos, se han establecido alianzas público-privadas a nivel sectorial acompañadas de regulaciones estrictas con enfoque de ciclo de vida, que han promovido la transparencia de la información y la innovación necesaria para un desarrollo bajo en carbono del sector.

Las metas que se presentan a continuación tienen como objetivo el dar señales respecto al alcance y la ambición esperada de la presente estrategia y que atienden a la magnitud de los cambios que se necesitan en las próximas décadas, divididas en cuatro horizontes temporales:

2025

- Se deberá contar con una plataforma pública operativa para el reporte y verificación de emisiones de GEI de proyectos de edificación e infraestructura (carbono incorporado y carbono operacional).



- El 100% de las edificaciones nuevas¹⁶, tanto públicas como privadas, que cuenten con calificación y/o certificación deberán reportar públicamente¹⁷ su huella de carbono incorporado y carbono operacional.

2030

- Se deberá contar con información y definición de una línea base nacional de carbono incorporado y carbono operacional (tomando como año de referencia el 2025) de edificaciones e infraestructura, la cual debe ser consistente con el presupuesto de carbono del sector.
- El 100% de las edificaciones nuevas deberán reportar públicamente su huella de carbono incorporado y operacional, demostrando adicionalmente una reducción del 20% con respecto a la línea base 2025.
- El 20% del parque existente de edificios (residenciales, de uso público y aquellas energointensivas) deberán reportar públicamente su huella de carbono operacional demostrando una reducción del 20% con respecto a la línea base 2025.

2040

- El 100% de los nuevos edificios residenciales, de uso público y

las energointensivas promovidos por el Estado deberán reducir su huella de carbono incorporado en un 50% con respecto a la línea base 2025 y deberán ser carbono neutrales a nivel operacional.

- El 100% de los nuevos edificios residenciales, de uso público y energointensivas de carácter privado deberán reducir su huella de carbono (promedio ponderado¹⁸ entre carbono incorporado y operacional) en un 50% con respecto a la línea base 2025.
- El 50% del parque existente de edificios (residenciales, de uso público y energointensivas) deberá reportar públicamente su huella de carbono operacional demostrando una reducción del 50% con respecto a la línea base 2025.



2050

- El 100% de las nuevas edificaciones e infraestructura deberán alcanzar la categoría de carbono neto cero.
- El 100% del parque existente de edificios (residenciales, de uso público e infraestructura y energointensivas) deberá reportar públicamente su huella de carbono operacional y ser carbono neutrales a nivel operacional.

Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones

Este Informe fue producido en el marco de la licitación "Estados del arte nacional e internacional de alternativas metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte, verificación y calculadoras de Huella de Carbono".

El Resumen para Tomadores de Decisiones se basa en los siguientes tres informes técnicos:

1. Alternativas Metodológicas para Levantamiento de Datos de Huella de Carbono
2. Alternativas Metodológicas para Monitoreo, Reporte y Verificación de Huella de Carbono
3. Alternativas Metodológicas de Calculadoras de Huella de Carbono

En el marco del Acuerdo de París,



Chile se ha comprometido a alcanzar el carbono neutralidad al año 2050 y llegar a un pico de emisiones de gases de efecto invernadero el año 2027.

Para alcanzar la carbono neutralidad a 2050 se considera que una de las estrategias más costo-efectivas es descarbonizar el sector de la edificación porque:

- Las ciudades ocupan solo el 3% de la superficie del planeta, pero presentan el 75% de las emisiones de carbono y consumen entre el 60% y 80% de la energía.
- Se estima que el 36% del uso de energía primaria en el mundo y casi el 40% de las emisiones de dióxido de carbono (CO2) estuvieron asociadas al sector edificación durante el 2018. De estas emisiones un 28% proveniente de la operación del edificio y un 11% de sólo tres productos de construcción: cemento, acero y aluminio. En Chile, el 22% de la energía total consumida se utiliza en la operación de edificaciones.

Para responder a los compromisos nacionales se requiere definir una metodología común para el sector, así como calculadoras de huella de carbono que sean amigables con los usuarios y faciliten el proceso de reporte. Estos resultados deben pasar por un proceso de control de calidad, o verificación, que asegure la exactitud del reporte, de forma

que los múltiples usuarios de la información puedan trabajar con ella.

Los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) surgieron al alero de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) para asegurar la calidad de los datos reportados. Este aseguramiento de la calidad aumenta la confianza de los usuarios en el sistema. Además, la alta calidad de los datos puede ser usada para múltiples usos, como la definición de políticas públicas, comparación entre proyectos, decisiones de financiamiento, entre otras. (Un sistema de MRV involucra múltiples actores, no solo para recolectar información, sino para que ellos tengan beneficios).

Los MRV se utilizan comúnmente en mercados de carbono, como los mercados de transacción de derechos de emisión en Europa (EU-ETS) y California (CARB); los Mecanismos de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (MDL-CMNUCC); o las Acciones de Mitigación Apropriadas para la Nación (NAMA).

La instalación de un sistema de MRV completo para el carbono de la construcción constituye una gran innovación en el sector, por cuanto hasta el momento prevalecen los sistemas de Medición y Verificación (M&V) para energía, como IPMVP.

Manual para la Implementación de Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción

Este Manual es producto de un esfuerzo público, privado de la academia a través del cual se espera entregar conocimientos básicos para la implementación de las Declaraciones Ambientales de Producto DAP de construcción en Chile.

Los objetivos generales este manual son:

- Orientar y apoyar el proceso de desarrollo de declaraciones ambientales de productos de construcción (ecoetiquetado Tipo III), bajo el marco metodológico de la norma ISO 14025 e ISO 21930:2007 Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products (esta es específica para productos de construcción). Esta complementa la ISO 14025, no la sustituye.
- Difundir y educar sobre declaraciones ambientales de productos de construcción, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

Chile se ha comprometido a alcanzar el carbono neutralidad al año 2050 y llegar a un pico de emisiones de gases de efecto invernadero el año 2027.





Está dirigido tanto a proveedores y fabricantes, como a mandantes, especificadores y constructores, con el fin de introducir y capacitarlos acerca de las declaraciones ambientales de productos de construcción. Orientando y apoyando el desarrollo de análisis de ciclo de vida (ACV) de sus productos, a través de la cuantificación de ciertos parámetros ambientales definidos.

El ACV es una metodología para evaluar, en forma objetiva, los impactos ambientales asociados al proceso de fabricación de un producto o servicio; considera las etapas de diseño, extracción de materia prima, fabricación de materiales, transporte de materiales, construcción, operación (uso) y el fin de su vida. En este análisis se miden los recursos utilizados, por ejemplo: materias primas, energía, agua. Etc. Por otra parte, se miden las emisiones contaminantes que provocan el calentamiento global, acidificación de agua y suelos, eutrofización, daño a la capa de ozono, creación de smog, deterioro abiótico, residuos y reciclables generados, entre otros.

Para entender el impacto ambiental de un proyecto de construcción es necesario conocer el impacto

de productos y servicios que se utilizan.

Actualmente existen varios operadores de programa que proveen DAP y RCP de uso global, en Chile se cuentan con algunas DAP de construcción verificadas por un tercero independiente y publicadas en un operador de programa internacional, impulsadas principalmente por la aparición de certificaciones de edificación sustentable en el mercado local, aun así, se requiere aumentar y ampliar la cantidad de estudios de ACV y asegurar su difusión a través de las DAP.

La implementación de las DAP toma relevancia al considerar los siguientes aspectos:

1. El desarrollo de normativas y reglamentaciones chilenas en tramitación y a futuro para la industria de la construcción.
2. Los compromisos internacionales que Chile ha adquirido en cuanto a la disminución de emisiones contaminantes, especialmente en el marco de la incorporación a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el año 2015, en el Paris Climate Conference (COP 21).

3. La participación de productos chilenos en mercados internacionales con reglamentaciones más exigentes.

Estado del arte nacional e internacional de alternativas metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte y verificación y calculadoras de Huella de Carbono

Primer Informe: Alternativas Metodológicas para Levantamiento de Datos de Huella de Carbono²

Este primer Informe de la serie Estado del arte nacional e internacional de alternativas metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte y verificación y calculadoras de Huella de Carbono, producido en el marco de la licitación "Estado del arte nacional e internacional de alternativas metodológicas para levantamiento de datos, monitoreo, reporte y verificación y calculadoras de Huella de Carbono", se enfoca en las metodologías de levantamiento de datos y los efectos que herramientas complementarias tienen sobre ellas dentro del contexto de

² <https://www.certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2021/01/Producto-1-EA-medicio%CC%81n-FINAL-v.2.pdf>

la producción de una calculadora de huella de carbono y un sistema de certificación para la edificación.

La revisión de instrumentos internacionales demuestra que muchos de los SCEs, estándares y bases de datos siguen la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) descrita en estándares tradicionales, lo que conlleva una alta complejidad de implementación dada la variedad de datos y modelos de impacto requeridos para realizarla. Dado que la huella de carbono es una categoría de impacto dentro de las muchas disponibles en un ACV, enfocarse solo en este impacto simplifica el levantamiento de datos y el cálculo del impacto ambiental.

Actualmente en Chile existen en el mercado productos con análisis de ciclo de vida y DAP con el enfoque "de la cuna a la puerta" de algunos materiales prioritarios (cemento y barras de refuerzo), correspondientes a la etapa de producción (módulos de información A1-A3 de la EN 15978). Por supuesto, la brecha principal aquí es la reducida cantidad de estas DAP y sus consecuentes huellas de carbono. La ausencia de datos locales se resuelve en la práctica usando factores de emisión genéricos de fuentes confiables como el IPCC, bases de datos genéricas como Ecoinvent, bases de datos producto-específicas o artículos académicos.

Finalmente, con el objetivo de alcanzar las metas de carbono neutralidad del sector, se considera importante encontrar herramientas para motivar al mercado a producir esta información, ya sea a través de certificaciones voluntarias u otro tipo de instrumentos regulatorios (por ejemplo, impuestos verdes).

Segundo Informe: Alternativas Metodológicas para Monitoreo, Reporte y Verificación de Huella de Carbono³

Desde los inicios del Protocolo de Kioto, de la Convención Marco de Naciones Unidas el Cambio Climático se comenzaron a definir las características de lo que hoy se conoce como sistemas de medición, reporte y verificación (MRV).

Estos sistemas buscan regular la forma en que se miden los datos para lograr resultados comparables y la forma en que se reportan, para entregar información certera a los usuarios. La verificación es un proceso de aseguramiento de la calidad que entrega confianza en el sistema y facilita la aplicación de medidas correctivas para obtener información fidedigna. En construcción la mayoría de los sistemas actuales que siguen esta lógica están enfocados en medir, reportar y verificar la calidad de los atributos constructivos de la edificación, sin embargo, también existen algunos que informan sobre los impactos ambientales del sector.

Existen ejemplos aislados, aunque relevantes, de encuentros entre los MRV y la construcción. Estos ejemplos nacen en países en desarrollo, como México y Perú, que han decidido establecer incentivos para la construcción sustentable a través de las Acciones de Mitigación Apropiadas para la Nación (NAMA). Estos MRV de la construcción se han enfocado en la gestión de la energía, pero ofrecen una valiosa experiencia de implementación que podría apoyar la creación de un MRV más extenso y robusto para todas las actividades de la construcción que aportan al cambio climático, incluyendo el uso de materiales.

Algunas brechas importantes para la implementación de tal sistema en Chile son la escasa capacidad nacional para medir y verificar huellas de carbono, la desconexión entre los múltiples actores relacionados a la edificación en su ciclo de vida y la ausencia (actual, lo que podría cambiar a futuro) de medidas que obliguen a la industria a reportar sus impactos al cambio climático.

Tercer Informe: Alternativas Metodológicas de Calculadoras de Huella de Carbono⁴

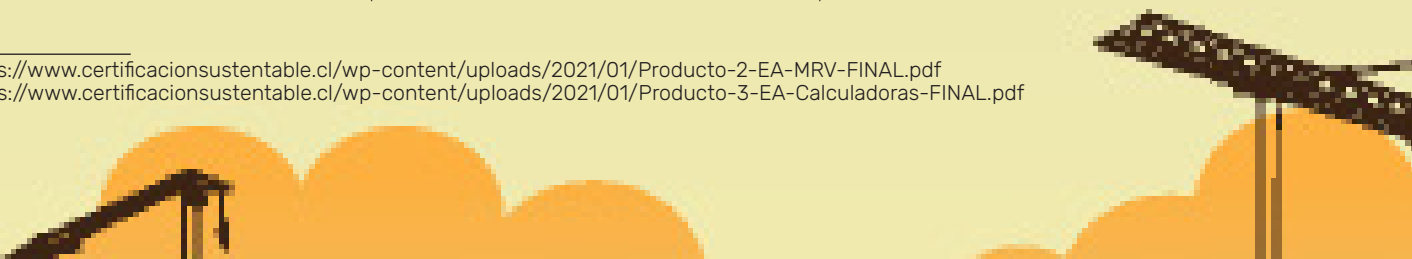
La gestión del carbono en la construcción es una necesidad urgente, pero la medición de las emisiones a nivel de producto y de edificación es un proceso complejo que solo expertos pueden realizar con precisión.

Las calculadoras de impactos ambientales en la construcción son creadas para resolver este desafío, ofreciendo soluciones tecnológicas que ayudan a orientar el diseño de productos y obras de construcción de forma simplificada. Existe una gran variedad de calculadoras de construcción, que cubren distintos módulos de información (A1 a D), utilizan datos de diferentes calidades, consideran metodologías de cálculo distintas y ofrecen sus resultados en formatos únicos. En este informe se cubren tres grandes tipos de calculadoras: las orientadas a productos, a edificaciones y las que están detrás de iniciativas sectoriales.

La aplicación al nivel de producto es para el cálculo de los impactos ambientales de los insumos de la construcción: cemento, hormigón, cristal, madera, acero, etc. Estas calculadoras pueden ser específicas para un tipo de producto

3 <https://www.certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2021/01/Producto-2-EA-MRV-FINAL.pdf>

4 <https://www.certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2021/01/Producto-3-EA-Calculadoras-FINAL.pdf>



o generales. Estas calculadoras pueden trabajar con datos primarios, mixtos o puramente a partir de promedios sectoriales. De todas formas, típicamente presentan resultados de cuna a la puerta, por lo que se debería agregar calculadoras para transporte hasta el sitio de construcción si se quiere tener una perspectiva completa del ciclo de vida. También existen las calculadoras genéricas de ACV, como Gabi, Simapro, Umberto u OpenLCA, que se pueden utilizar tanto para cálculo a nivel de producto o de edificio. Estas son bastante precisas, pero requieren alta experiencia y tiempo para hacer modelos representativos de los edificios, lo que las hace poco atractivas para la incorporación en la industria AECO.

Las calculadoras a nivel de edificación ofrecen una interfaz simplificada, basada en elementos y materiales de construcción y diseños en formatos geométricos (2D o 3D) y relación con los presupuestos de obra. Solicitan del usuario la cubrición y otros detalles de la obra y transforman esa información en una huella de carbono usando datos de fuentes variadas, como bases de datos genéricas, producto específicas y basadas en declaraciones ambientales de productos (DAP). Éstas deben aceptar una mayor imprecisión e integrarse en las etapas de diseño a través de los procesos y herramientas actuales de la industria, lo que genera un gran desafío que puede ser resuelto usando los datos necesarios para la cuantificación de huella de

carbono para aportar otras informaciones que pueden beneficiar directamente a los usuarios, como estimación de presupuestos o trazabilidad para licitaciones.

Para cualquier calculadora el desafío es asegurar un modelo económico y de gestión sólidos que permitan actualizar, mantener y adaptar la calculadora para asegurar su permanencia en el tiempo. Este modelo económico puede estar ligado a los incentivos de utilización de la herramienta a través de sistemas de certificación de edificaciones, etiquetas, sellos o exigencias para la licitación.





Internacionales

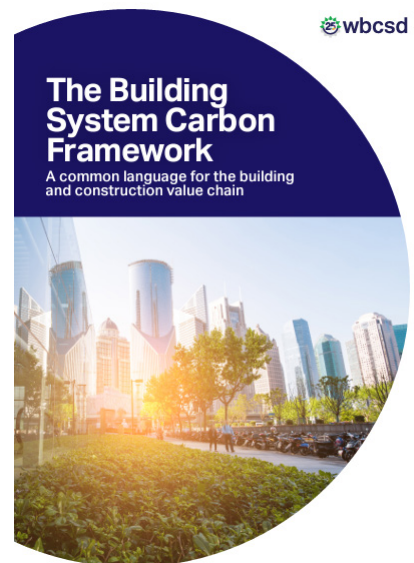
The Building System Carbon Framework

Este Documento, realizado por el World Business Council for Sustainable Development⁵, propone un nuevo marco que puede ser utilizado como lenguaje común para las emisiones de carbono por todos los actores del entorno construido.

El Building System Carbon Framework es un marco de referencia dirigido a empresas involucradas en toda la cadena de valor del sector y ayuda a alinear las acciones a lo largo de la cadena de valor para ofrecer un entorno construido neto cero. El marco permite a cada usuario identificar las mejores estrategias de reducción de emisiones para su parte de la cadena de valor, utilizando una métrica

común y un enfoque de ciclo de vida completo. Este enfoque une el carbono incorporado y el operativo, que es un requisito previo vital para la descarbonización del entorno construido.

El sector construcción cuenta con una cadena de valor diversa, fragmentada pero interconectada y compuesta por diferentes segmentos, como la fabricación, la construcción, los bienes raíces, los usuarios y el financiamiento, que se unen para lograr el propósito principal de entregar edificios. En este sentido, el documento se refiere al sector como un sistema que incluye y conecta a todos los actores y subsectores, de acuerdo a la siguiente imagen:



⁵ <https://www.wbcscd.org/>

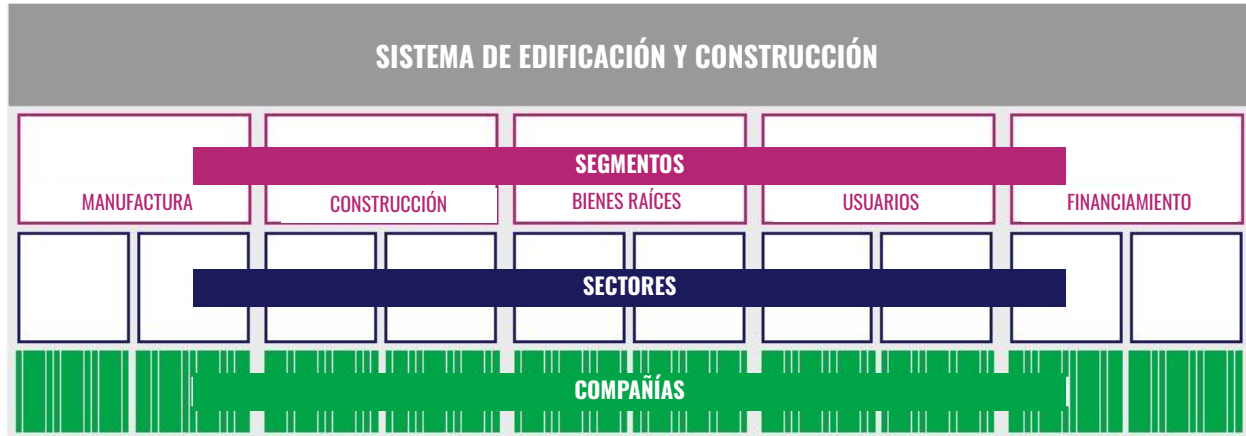


Ilustración 1 - Categorías del sistema de edificación y construcción. Fuente: Elaboración propia con datos de The Building System Carbon Framework

El Building System Carbon Framework es una herramienta de evaluación conceptual desarrollada para proporcionar una plantilla simple y un lenguaje común para representar las emisiones de carbono en el sistema de construcción y edificación.

		ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN						
		PRODUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN		FIN DE VIDA	EMISIONES	SUPLEMENTAR
		A1-A3	A4-A5	B1-B5	B6-B7	C	kgCO ₂ /m ²	D
CAPAS DE LA EDIFICACIÓN	Estructura Fundación, carga de fuerzas							
	Piel Ventanas, techo, aislación							
	Plano espacial Terminaciones interiores							
	Servicios Mecánico, eléctrico, sanitario							
	Cosas (opcional) Muebles y electrodomésticos							
	Emisiones de carbono de la edificación							
	Compensaciones de carbono Remoción y compensación							

● Carbono incorporado ● Carbono operacional ● Sumas totales y parciales

Ilustración 2 - Marco de trabajo del carbono en la edificación. Fuente: Elaboración propia con datos de The Building System Carbon Framework

El objetivo es alentar a las partes interesadas a tener una comprensión transparente de dónde y cuándo se generan las emisiones de carbono. También alienta a todos los actores a centrarse en las emisiones del ciclo de vida general de los edificios, que es el mejor indicador de la brecha que queda para alcanzar las emisiones netas cero a nivel de edificio y, por lo tanto, el entorno construido neto cero a largo plazo para 2050.

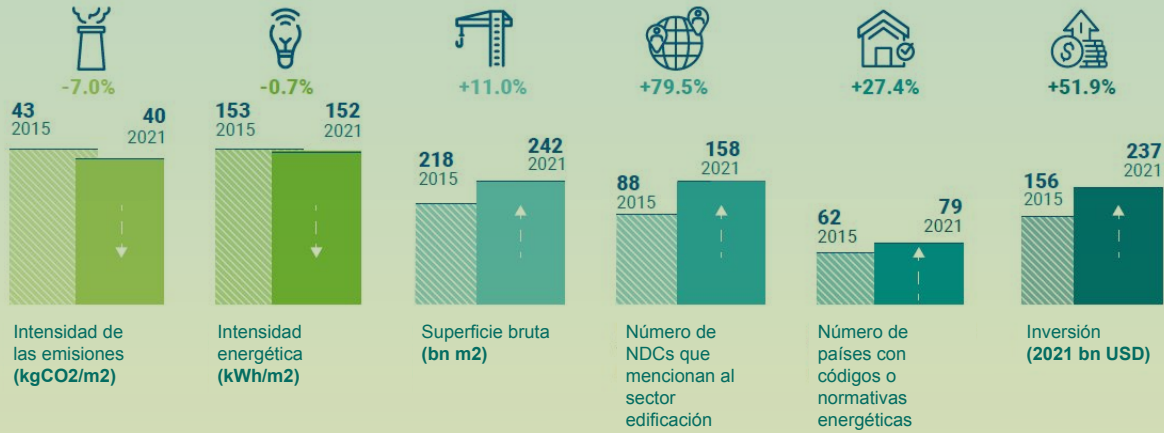


Ilustración 3 - Tendencias clave de la construcción y los edificios a nivel mundial para 2015 y 2021. Fuente: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction

2022 Global Status Report for Buildings and Construction

Este Reporte, desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP⁶, proporciona una imagen anual del progreso del sector a escala mundial y revisa el estado de las políticas, las finanzas, las tecnologías y las soluciones para monitorear si el sector está alineado con los objetivos del Acuerdo de París. También proporciona evidencia a las partes interesadas para persuadir a los legisladores y a la comunidad general de edificios y construcción para que tomen medidas.

El reporte 2022 encuentra que, a pesar de un aumento sustancial en

la inversión y el éxito a nivel mundial en la reducción de la intensidad energética de los edificios, el consumo total de energía y las emisiones de CO2 del sector aumentaron en 2021 por encima de los niveles previos a la pandemia. La demanda de energía de los edificios aumentó alrededor de un 4% desde 2020 a 135 EJ, el mayor aumento en los últimos 10 años. Las emisiones de CO2 de las operaciones de los edificios han alcanzado un máximo histórico de alrededor de 10 GtCO2, un aumento de alrededor del 5% desde 2020 y un 2% más que el pico anterior en 2019.

El sector de los edificios y la construcción **no está en camino de lograr la descarbonización para 2050**. Y la brecha entre el desem-

peño climático real del sector y el camino de la descarbonización se está ampliando.

La demanda de energía operativa de los edificios ha aumentado a cerca de 135 EJ, lo que representa un incremento de alrededor un 4 por ciento respecto al año 2020 y supera el nivel máximo anterior de 2019 en más de un 3%. En lo que se refiere a la demanda energética, las emisiones de CO2 globales del sector de edificios han aumentado en torno a un 5% respecto al año 2020 y alcanzan alrededor de 10 GtCO2. Este aumento de emisiones supera en un 2 por ciento el punto máximo jamás registrado antes de la pandemia, en el año 2019.

⁶ <https://www.unep.org/>

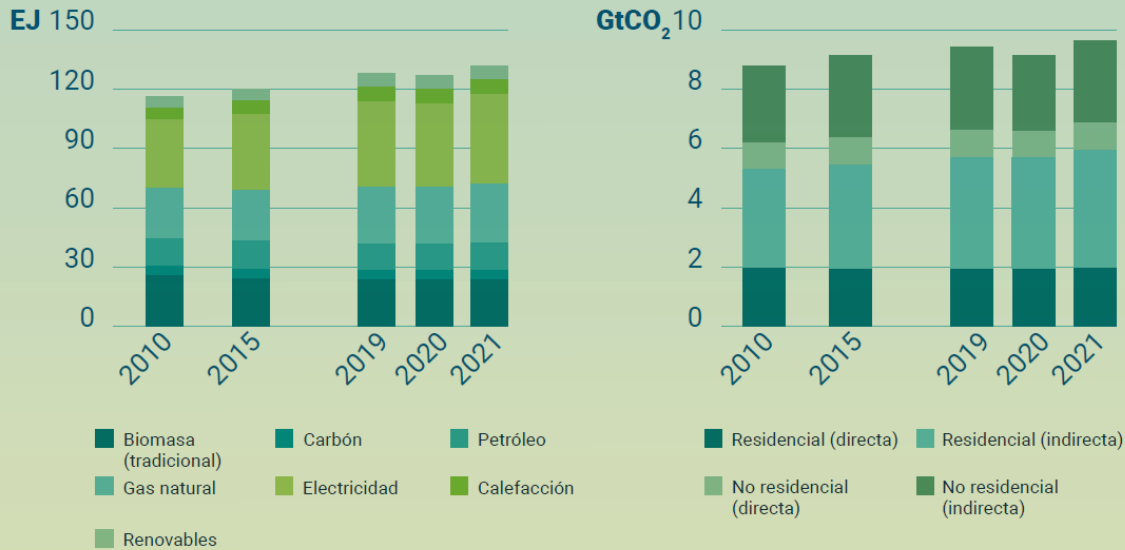


Ilustración 4 - Consumo energético en los edificios por combustible, 2010-2021 (izquierda) y emisiones de CO2 de los edificios, 2010-2021 (derecha). Fuente: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction

En lo referente a políticas y normativas del sector, estas avanzaron en 2021 y hubo 23 países que revisaron y actualizaron sus contribuciones determinadas a nivel nacional con mayor nivel de compromiso con la eficiencia y la adaptación de los edificios y de manera más detallada. **El 80% de los países mencionan en la actualidad los edificios en sus planes de acción de sus contribuciones determinadas a nivel nacional,** frente al 69% del año 2020.

En 2021, **la inversión global del sector de los edificios en eficiencia energética aumentó alrededor de un 16%** desde el año 2020 y alcanzó los 237.000 millones de dólares aproximadamente. Este aumento se dio principalmen-

te en países europeos con programas vigentes de inversión pública en eficiencia energética, como Alemania, Reino Unido e Italia e inversión sostenida en EEUU, Canadá y Japón.

Asimismo, este reporte indica que **el consumo mundial de materias primas estará cerca de duplicarse en 2060** con el crecimiento de la economía mundial y del nivel de vida, lo que agravará aún más la sobrecarga ambiental que experimentamos actualmente.

Debido a esto, la UNEP entrega una serie de recomendaciones, las cuales los responsables políticos y dirigentes deben adoptar medidas urgentes y definitivas a corto plazo que logren reducir las emisiones y cumplir los objetivos establecidos

para potenciar la sostenibilidad y la resiliencia del sector de los edificios y la construcción.

National guidelines for whole-building life cycle assessment

Las Directrices nacionales para la evaluación del ciclo de vida de todo el edificio fueron publicadas por el National Research Council de Canadá⁷, para proporcionar instrucciones completas para la práctica de la evaluación del ciclo de vida (LCA) aplicada a los edificios, en base a estándares relevantes y en línea para varias intenciones. El objetivo es armonizar la práctica de la evaluación del ciclo de vida de todo el edificio (wbLCA) en diferentes estudios y ayudar en la in-

7 <https://nrc.canada.ca/en>

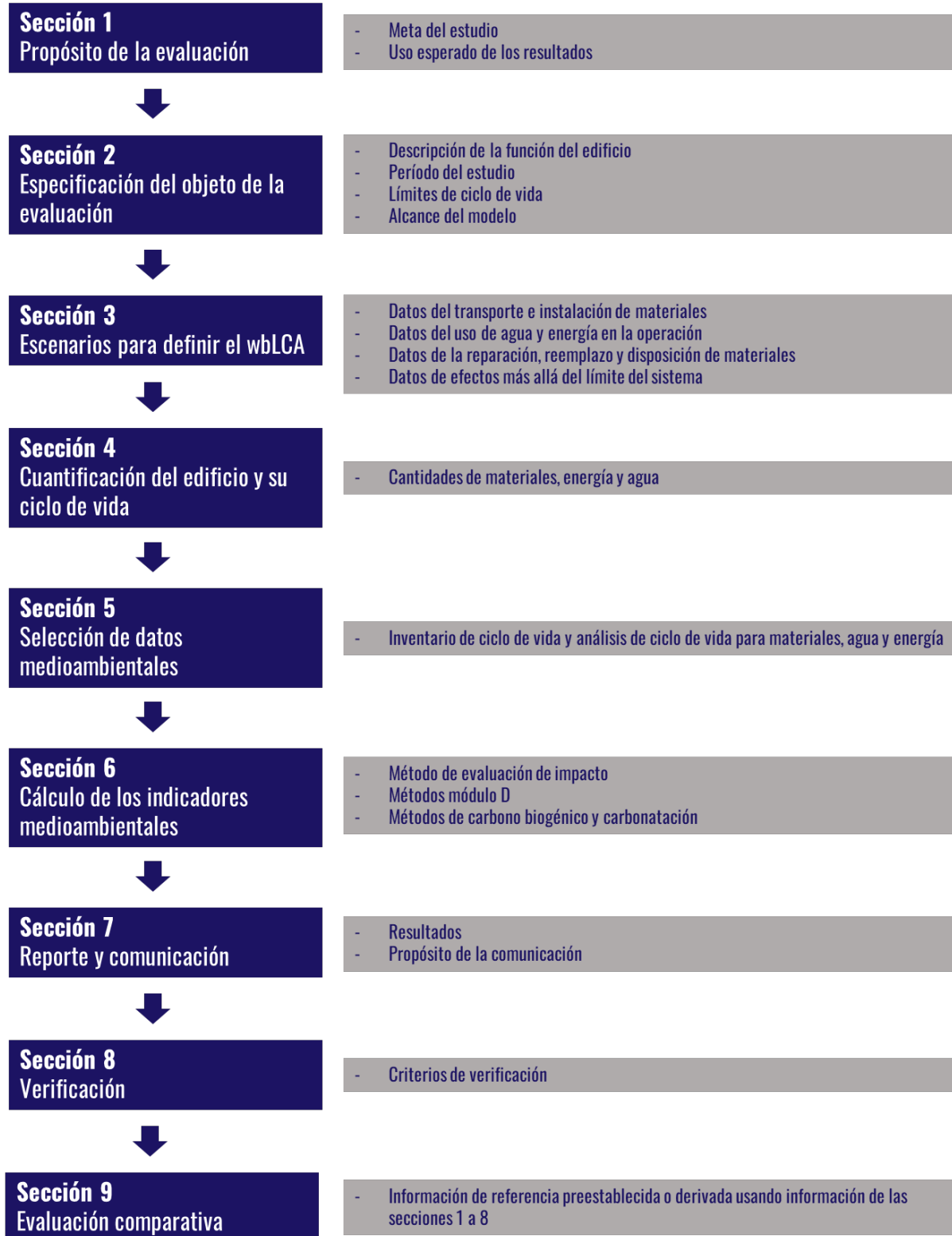


Ilustración 5 - Organización del documento. Fuente: Elaboración propia con datos de National guidelines for whole-building life cycle assessment



Ilustración 6 - Aplicabilidad del marco de trabajo. Fuente: Elaboración propia con datos de Framework for carbon-neutral buildings and sites

interpretación y el cumplimiento de las normas pertinentes. Las pautas se actualizarán periódicamente, a medida que evolucionen los métodos y estándares. El propósito de este documento es:

- Instruir a los practicantes de wbLCA para asegurar la calidad y la comparabilidad de sus resultados,
- Permitir el cálculo de líneas de base o puntos de referencia confiables,
- Apoyar esquemas de cumplimiento basados en LCA en programas y políticas de construcción ecológica, y
- Asistir en el desarrollo y uso del software wbLCA.

Este documento proporciona pautas para cumplir con la intención de las normas a las que se hace referencia. Las principales normas referenciadas son la EN 15978:2011 Sostenibilidad de las obras de construcción – Evaluación de desempeño ambiental de los edificios – Método de cálculo, ISO 21930:2017 Sostenibilidad en edificaciones y obras de ingeniería civil – Normas fundamentales para las declaraciones de producto de productos y servicios de construcción y la ISO 21678:2020 Sos-

tenibilidad en edificaciones y obras de ingeniería civil – Indicadores y benchmarks – Principios para el desarrollo.

De acuerdo a este estudio, la secuencia de pasos y la información requerida para desarrollar de buena forma un wbLCA, se detalla en la siguiente figura:

Framework for carbon-neutral buildings and sites

Este Marco de trabajo, realizado por el Consejo Alemán de Construcción Sostenible (DGNB e.V.)⁸, busca hacer que la implementación del Acuerdo de París sea factible en el entorno que construimos a nuestro alrededor y permitir que esto se evalúe en proyectos específicos. Además, la aplicación de este marco pretende proporcionar una base fiable para tomar decisiones sobre la asignación de recursos para proyectos orientados a la protección del clima, con el fin de canalizar inversiones rentables en edificios preparados para el futuro.

El marco pretende revelar el potencial sin explotar del sector y llevar a las partes involucradas a un objetivo compartido para:

- Lograr un aumento masivo en la tasa de renovación de edificios para convertirlos en edificios libres de emisiones,
- Agotar todas las medidas organizativas adoptadas por los operadores y en la gestión de las instalaciones,
- Alentar a los usuarios a tomar medidas para implementar la protección del clima en sus edificios y
- Generar valor agregado para la economía nacional y el sector privado apoyando y estableciendo requisitos para realizar inversiones rentables en edificios existentes.

Asimismo, ha implementado los siguientes cambios fundamentales en la metodología contable:

- La cifra objetivo son las emisiones de CO2 y ya no la demanda de energía primaria.
- La evaluación se realiza sobre la base de valores límite absolutos de emisión de CO2 en lugar del método de construcción de referencias.
- El límite de la evaluación se amplía: Además de la demanda energética para el acondicionamiento del edificio, también se tiene en cuenta

⁸ <https://www.dgnb.de/en/>

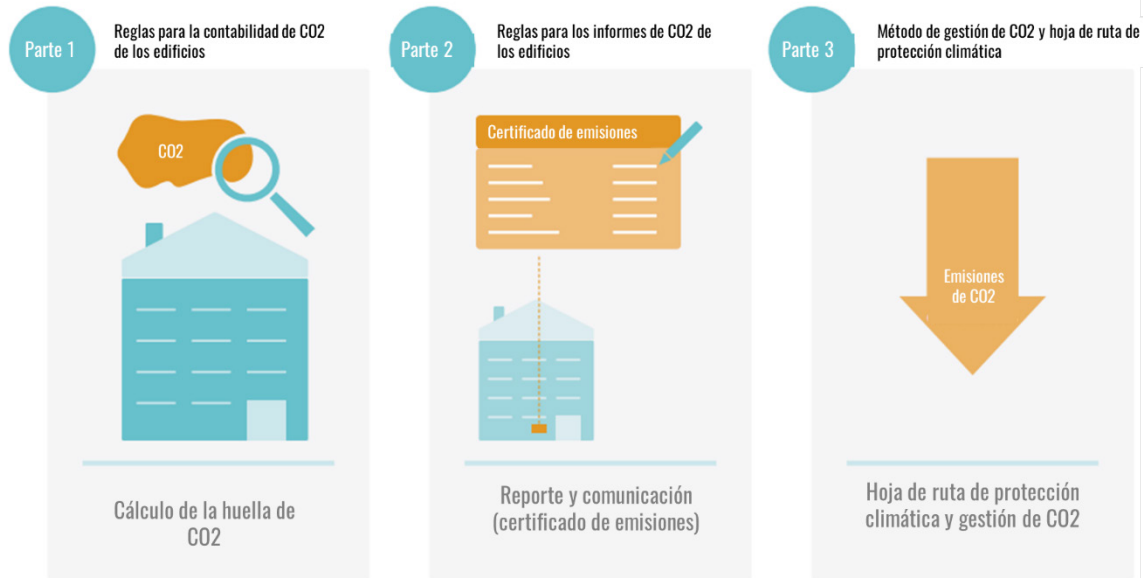


Ilustración 7 - Principio funcional fundamental del marco para “edificios y sitios neutrales en carbono”. Fuente: Elaboración propia con datos de Framework for carbon-neutral buildings and sites

la electricidad del usuario. El nuevo límite de evaluación es la propiedad (sitio).

El marco consta de tres elementos principales:

Parte 1: Reglas para la contabilidad de CO₂ de los edificios (“reglas de contabilidad de carbono”)

Parte 2: Reglas para los informes de CO₂ de los edificios (“reglas de divulgación de carbono”)

Parte 3: Método de gestión de CO₂ y hoja de ruta de protección climática (“normas de gestión del carbono”)

Los tres elementos del marco se complementan entre sí. La Parte 1 se puede utilizar para determinar la huella de CO₂ actual, que se puede verificar sobre esta base. La Parte 2 define cómo se comunicarán los resultados de la huella de CO₂ y qué designaciones se pueden utilizar para el edificio o sitio.

La Parte 3 describe cómo se puede elaborar una hoja de ruta de protección climática para edificios que no son neutros en carbono y cómo se debe implementar la gestión de CO₂ para estos edificios.

Americas Region - Net Zero Readiness Framework

Las tendencias globales y el financiamiento climático se centran cada vez más en apoyar la agenda de descarbonización como un vehículo para lograr realmente el cumplimiento del Acuerdo de París. Esta es una gran oportunidad para que los GBCs locales y sus miembros se preparen y desarrollen el mercado.

El hito hacia 2050 también indica claramente la necesidad de establecer una línea de base y una acción de alineación temprana, para acelerar hacia el neto cero en todo el sistema.

Cada país de las Américas tiene diferentes puntos de partida, potencialidades, brechas y mecanismos para trabajar hacia el cero neto. Es por esto que el WorldGBC está desarrollando el Net Zero Readiness Framework⁹, el cual busca ser un marco y un conjunto de herramientas integrado por una red de expertos interregionales disponibles para compartir soluciones y visiones.

El marco permitirá a los GBCs locales mapear la preparación de su mercado para el cero neto, al brindar claridad a nivel nacional sobre las acciones que necesitan las diferentes partes interesadas (centrarse en los potenciales y las brechas) para lograr que la industria se descarbonice por completo.

Esto aumentará la confianza del mercado en toda la Región de las Américas para establecer y lograr objetivos netos cero.

⁹ <https://worldgbc.org/americas-net-zero-readiness-framework/>

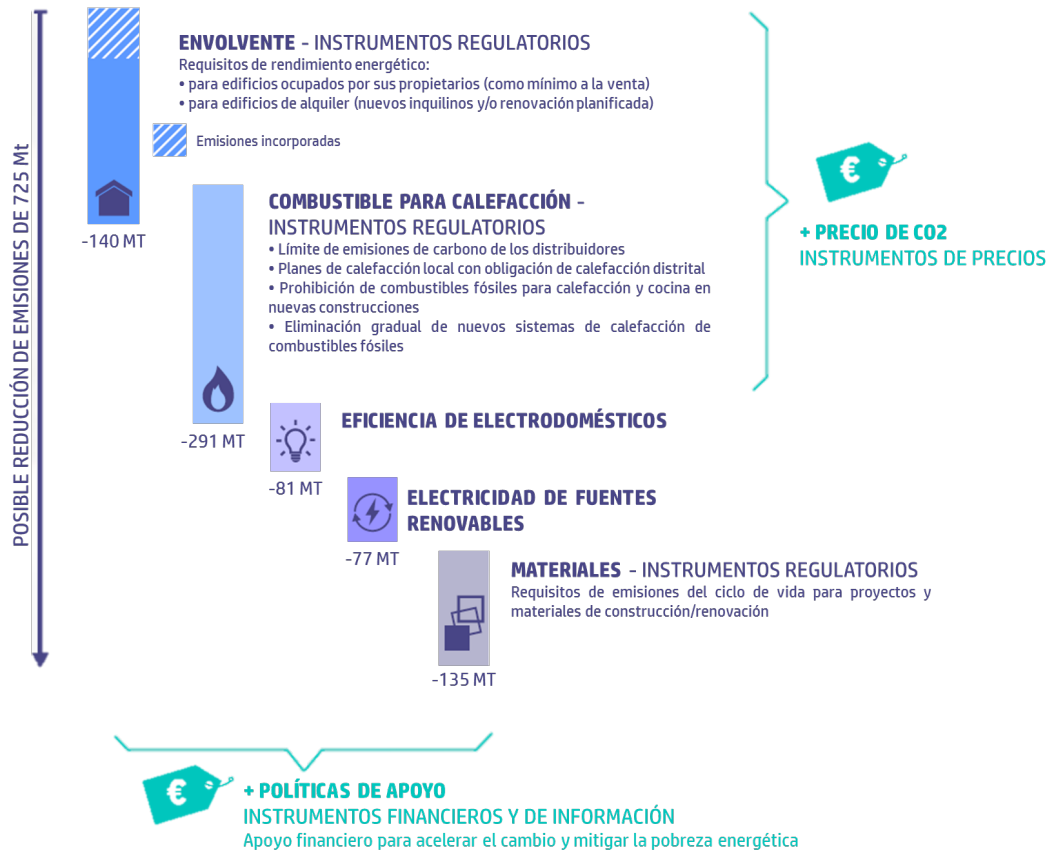


Ilustración 8 - Paquete integral de políticas para reducir a cero las emisiones del sector construcción. Fuente: Elaboración propia con datos de Zero Carbon Buildings 2050

Esta propuesta contempla 5 pilares:

1. Liderazgo Gubernamental
2. Soluciones técnicas/enfoques
3. Finanzas
4. Datos
5. Mentalidad

Cada pilar tendrá un conjunto de objetivos que permitan la descarbonización del sector de la edificación y la construcción, y cada uno de estos estará respaldado por un conjunto de indicadores que allanarán el camino para lograr cada componente.

El Americas Region - Net Zero Readiness Framework es un pro-

ducto que se incluye en el área de impacto de la Acción Climática del WorldGBC y dentro del Programa Advancing Net Zero del WorldGBC.

Zero Carbon Buildings 2050

Este Informe, realizado por el Centro de Investigación CE Delft¹⁰, con el apoyo de Climact¹¹, tiene como objetivo resaltar la importancia y la urgencia de descarbonizar el sector de la construcción para lograr objetivos de economía neta cero en línea con el compromiso de la Unión Europea en virtud del Acuerdo de París de 2015. Evalúa las políticas y la innovación necesarias

para lograr un sector de la construcción residencial de la Unión Europea completamente descarbonizado para 2050, defendiendo nuevas políticas dirigidas al sector a nivel local, nacional y de la UE.

Las políticas actuales centradas en incentivos e información no son suficientes para lograr la descarbonización total del sector de la construcción residencial. Se necesitan **políticas regulatorias y de precios adicionales, así como instrumentos que apoyen el despliegue de la innovación para alcanzar el potencial total de reducción de emisiones.**

¹⁰ <https://cedelft.eu/>

¹¹ <https://climact.com/en/>

Las áreas que tienen el mayor potencial de reducción de emisiones de GEI son:

- Reducción de la demanda de energía mediante la mejora del rendimiento energético de la envolvente del edificio existente.
- Cambiar a combustibles sin carbono para la calefacción, incluido un cambio en los sistemas de calefacción.
- Reducción del carbono incrustado en los materiales de construcción y renovación.

La descarbonización total requerirá un esfuerzo de innovación concertado. Esto requiere herramientas específicas para incentivar y desplegar la innovación, aumentando la capacidad de innovación en algunas áreas del sector de la construcción mientras se aborda la fragmentación del mercado y se crea una demanda de soluciones innovadoras.

EN 15804:2012+A2:2020 - Sostenibilidad en la construcción - Declaraciones ambientales de producto - Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción

Esta Norma internacional permite evaluar el impacto ambiental que provocan los materiales y sistemas constructivos, gracias a las Declaraciones Ambientales de Productos, denominadas DAP, que permiten identificar fácilmente que los productos, servicios y/o procesos de construcción se utilizan y presentan correctamente. De esta forma se puede seleccionar la opción más adecuada y benévola de construcción de acuerdo con los parámetros ambientales, económicos y sociales derivados de datos ambientales cuantificados, que se han obtenido de acuerdo con las reglas establecidas para cada categoría de producto y teniendo en cuenta el ciclo de vida del mismo.

En general, la norma EN 15804 proporciona la estructura para fabricar tres tipos diferentes de EPD: Cradle-to-gate, Cradle-to-grave y Cradle-to-gate con opciones. Los dos primeros tipos se describen en nuestra página de evaluación del ciclo de vida. Cradle-to-gate con opciones incluye la etapa de suministro de materias primas en la etapa de fabricación, al igual que Cradle-to-gate sin opciones, pero también puede incluir otras etapas seleccionadas del ciclo de vida, como el transporte del producto fabricado, el uso del producto, el mantenimiento, rehabilitación, tratamiento de residuos, etc.

Esta norma está actualmente en proceso de aprobación directa en el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN) para ser adoptada como Norma Chilena, prNCh 3686 Sostenibilidad en la construcción - Declaraciones ambientales de producto - Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.

EN 15978:2011 - Sostenibilidad en la construcción - Evaluación del desempeño ambiental en los edificios - Método de cálculo.

Esta Norma europea especifica el método de cálculo, basado en el análisis del ciclo de vida (LCA) y otra información ambiental cuantificada, para evaluar el desempeño ambiental de un edificio y brinda los medios para informar y comunicar el resultado de la evaluación. La norma es aplicable a edificios nuevos y existentes y proyectos de rehabilitación.

La norma da:

- a) La descripción del objeto de evaluación;
- b) El límite del sistema que se aplica a nivel de edificio;
- c) El procedimiento que se utilizará para el análisis del inventario;

d) La lista de indicadores y procedimientos para el cálculo de estos indicadores;

e) Los requisitos para la presentación de los resultados en informes y comunicaciones;

f) Y los requisitos para los datos necesarios para el cálculo.

El enfoque de la evaluación cubre todas las etapas del ciclo de vida del edificio y se basa en los datos obtenidos de las Declaraciones Ambientales de Producto (EPD), sus "módulos de información" (prEN 15804) y otra información necesaria y relevante para llevar a cabo la evaluación. La evaluación incluye todos los productos, procesos y servicios de construcción relacionados con la edificación, utilizados durante el ciclo de vida de la edificación.

La interpretación y los juicios de valor de los resultados de la evaluación no están dentro del alcance de esta Norma Europea.

ISO 14025:2006 - Etiquetas y declaraciones ambientales — Declaraciones ambientales tipo III — Principios y procedimientos.

Esta Norma establece los principios y especifica los procedimientos para el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto o Ecoetiquetas Tipo III. Específicamente establece el uso de la serie de normas ISO 14040 en el desarrollo de programas de declaración ambiental DAP.

ISO 14025: 2006 establece principios para el uso de información ambiental, además de los dados en ISO 14020: 2000.

Las declaraciones medioambientales de tipo III, tal como se describen en la norma ISO 14025: 2006, están destinadas principalmente para su uso en la comunicación de empresa a empresa, pero no se excluye su uso en la comunicación

de empresa a consumidor en determinadas condiciones.

ISO 14025 ofrece información clara a compradores y usuarios para facilitarles la realización de comparaciones entre productos de manera informada. La norma ISO 14025 ayuda a potenciar la mejora del desempeño ambiental de los productos y promueve que los consumidores dispongan de la información necesaria sobre las características de los productos que están comprando. Proporciona información para evaluar los aspectos ambientales de los productos en todas las etapas del ciclo de vida.

En Chile, esta Norma fue adoptada en su versión 2006 y está disponible para ser adquirida en el Instituto Nacional de Normalización como NCh-ISO14025:2012.

NOTA: En la práctica las declaraciones ambientales tipo III, los programas y sus declaraciones se designan con distintos nombres, tales como ficha ecológica, perfil ecológico, declaración ambiental de producto y perfil ambiental.

ISO 14040:2012 – Gestión ambiental – Evaluación de ciclo de vida – Principios y estructura

Esta Norma Internacional describe los principios, requisitos y directrices para la evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto, incluyendo:

- a) La definición de los objetivos y del alcance de la evaluación de la ecoeficiencia;
- b) La evaluación ambiental;
- c) La evaluación del valor del sistema del producto;
- d) La cuantificación de la ecoeficiencia;
- e) La interpretación (incluyendo el aseguramiento de la calidad);

f) La comunicación de los resultados;

g) La revisión crítica de la evaluación de la ecoeficiencia.

No están incluidos los requisitos, las recomendaciones ni las directrices para las selecciones específicas de las categorías de impacto ambiental y de los valores. El uso previsto de la evaluación de la ecoeficiencia está considerado en la fase de definición de los objetivos y del alcance, pero el uso real de los resultados está fuera del alcance de esta Norma Internacional.

ISO 14044:2020 – Gestión ambiental - Análisis de ciclo de vida – Requisitos y directrices.

Esta Norma Internacional describe los principios y el marco de referencia para el análisis del ciclo de vida (ACV) incluyendo:

- a) La definición del objetivo y el alcance del ACV.
 - b) La fase de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV).
 - c) La fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)
 - d) la fase de interpretación del ciclo de vida.
 - e) el informe y la revisión crítica del ACV.
 - f) las limitaciones del ACV.
 - g) la relación entre las fases del ACV.
 - h) las condiciones de uso de juicios de valor y de elementos opcionales.
- Esta Norma Internacional comprende los estudios del análisis del ciclo de vida (ACV) y los estudios de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV). La aplicación prevista de los resultados de ACV o ICV se considera al definir el objetivo

y el alcance, pero la aplicación en sí misma está fuera del alcance de esta Norma Internacional.

Esta Norma Internacional no está prevista para fines contractuales o reglamentarios ni para registro y certificación.

ISO 14067:2018 ES – Gases de efecto invernadero – Huella de carbono de los productos – Requisitos y directrices para cuantificación.

Esta Norma define los principios, requisitos y directrices para la cuantificación de la huella de carbono de productos. El objetivo de este documento es cuantificar las emisiones de GEI asociadas con las etapas del ciclo de vida de un producto, comenzando con la extracción de recursos y el abastecimiento de materia prima y extendiéndose a través de las etapas de producción, uso y finalización de la vida del producto.

Esta norma desarrolla HCP por unidad funcional o HCP parcial por unidad declarada.

ISO 21930:2017 – Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services.

Esta Norma proporciona los principios, especificaciones y requisitos para desarrollar una declaración ambiental de producto (EPD) para productos y servicios de construcción, elementos de construcción y sistemas técnicos integrados utilizados en cualquier tipo de obras de construcción. ISO 21930:2017 complementa a ISO 14025 proporcionando requisitos para la EPD de productos y servicios de construcción. ISO 21930: 2017 establece un conjunto básico de requisitos para

ser considerados como reglas de categoría de producto (PCR) centrales para desarrollar una EPD para cualquier producto o servicio de construcción.

Además, este documento, como el documento central PCR para productos de construcción, elementos de construcción y sistemas técnicos integrados:

a) incluye las reglas para calcular el análisis del inventario del ciclo de vida (LCI), los indicadores ambientales predeterminados y los resultados de la evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA) que se informan en la EPD.

b) describe qué etapas del ciclo de vida se consideran en un tipo particular de EPD, qué procesos deben incluirse en las etapas del ciclo de vida y cómo las etapas se subdividen en módulos de información.

c) define reglas para el desarrollo de escenarios.

d) incluye las reglas para reportar información ambiental y técnica relevante que no está cubierta por LCA.

e) define el núcleo elementos que deben incluirse en una EPD.

f) establece la estructura de un informe de proyecto.

g) define las condiciones bajo las cuales se pueden comparar los productos de construcción, con base en la información proporcionada por una EPD.

h) proporciona requisitos y pautas sobre PCR para sub-categorías de productos de construcción.

i) incluye requisitos obligatorios e inalterables para cualquier PCR basado en este documento.

Las EPD para productos de construcción, como se describe en este documento, están destinadas principalmente para su uso en comunicación B2B, pero su uso en comunicación B2C bajo ciertas

condiciones no está excluido. Para las EPD destinadas a la comunicación B2C, consulte la norma ISO 14025. La evaluación de los impactos sociales y económicos a nivel de producto no está cubierta por este documento.

NOTA 1: En este documento, a menos que se indique lo contrario, se utiliza el término producto de construcción para cualquier bien(es) o servicio(s) relacionado(s) con las obras de construcción.

NOTA 2: Los conjuntos de construcción, elementos de construcción y sistemas técnicos integrados, incorporados dentro de las obras de construcción, pueden ser considerados productos de construcción.

Esta norma está actualmente en proceso de aprobación directa en el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN) para ser adoptada como Norma Chilena, prNCh 3423 Sostenibilidad en la construcción - Declaraciones ambientales de producto - Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.

ISO Net Zero Guidelines

Lanzadas en la COP27, las ISO Net Zero Guidelines abordan un importante obstáculo para un mundo donde las emisiones de gases de efecto invernadero se reducen al mínimo y se equilibran con las absorciones: el panorama fragmentado de la gobernanza net zero. Los enfoques y conceptos en competencia para "Net Zero" siembran confusión. Estas Directrices brindan una referencia común para los esfuerzos colectivos, ofreciendo una base global para armonizar, comprender y planificar para el cero neto para los actores a nivel estatal, regional, municipal y organizacional.

Las ISO Net Zero Guidelines establecen un camino común para:

- La definición de "neto cero" y términos relacionados (eli-

minación de gases de efecto invernadero, compensación, cadena de valor, etc.), aclarando las diferencias en el alcance entre las emisiones directas, las emisiones indirectas de la energía comprada y otras emisiones indirectas que surgen de las actividades de una organización

- Principios de alto nivel para todos los actores que quieren lograr la neutralidad climática,
- Orientación práctica para llegar allí lo antes posible, a más tardar en 2050, y
- Comunicación transparente, afirmaciones creíbles e informes consistentes sobre emisiones, reducciones y remociones.

Las Directrices aprovechan el impulso de las iniciativas voluntarias existentes y aumentan su impacto. Las afirmaciones de "neto cero" aceptadas a nivel mundial son más fáciles de comparar, crean un ciclo de ambición y se pueden escalar a través de una mejor regulación.

Este documento pretende alinear los enfoques territoriales para lograr el neto cero (por ejemplo, por parte de naciones, regiones, ciudades) y los enfoques de la cadena de valor por parte de las organizaciones y tiene por objeto permitir y apoyar a todas las organizaciones, incluidas las organizaciones de gobernanza que desarrollan políticas, marcos, normas u otras iniciativas sobre neto cero para su uso por otros.

Asimismo, pretende complementar las iniciativas voluntarias y facilitar la alineación, de modo que cualquier organización que desee hacer o apoyar una declaración de neto cero adopte un enfoque similar, independientemente de la iniciativa a la que esté asociada.

Más de 1200 expertos de más de 100 países contribuyeron a hacer de estas Directrices una referencia común eficaz para la orientación de neto cero.

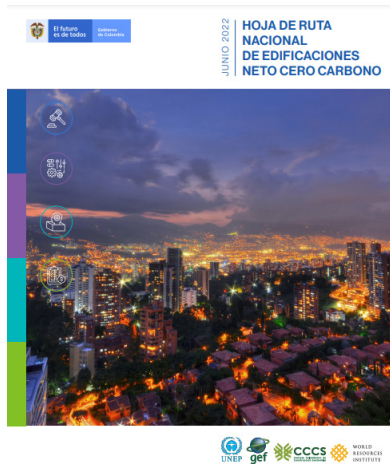


Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono

En Colombia, debido a la importancia del sector construcción en la economía, se ha identificado dentro de la estrategia climática de largo plazo del país, la E2050, como uno de los sectores con gran potencial de mitigación e influencia a lo largo de su ciclo de vida.

Es por esto que desde el proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono (AENCC), se propone esta Hoja de Ruta Nacional para trazar el camino hacia la descarbonización de este sector. Este proyecto es liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, y su comité asesor que está compuesto por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MinVivienda, el Ministerio de Minas y Energía - Mineducación, el Departamento Nacional de Planeación - DNP, la ciudad de Bogotá, la ciudad de Cali, la Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS.

El proyecto es financiado por el Global Environment Facility (GEF), la agencia ejecutora es la UN Environment Programme (UNEP), y es implementado a nivel global por el World Resources Institute (WRI) y a



nivel local por el CCCS.

Con el fin de desarrollar esta hoja de ruta, se estableció un diálogo nacional entre el sector público y el sector privado para construir y entender las acciones que deben implementarse a nivel del sector edificado, para lograr edificaciones neto cero carbono. Para esto se consolidó un grupo de expertos de 384 personas, compuesto por los distintos actores de la cadena de valor entre los que se encuentra el gobierno, los gremios, el sector privado (toda la cadena de valor), el sector financiero, la academia, las ONG y las organizaciones de cooperación.

En este contexto se plantea la hoja de ruta nacional de edificaciones neto cero carbono, la cual tiene un

enfoque de ciclo de vida completo y por tanto propone unas grandes metas de reducción carbono operacional y carbono embebido escalonadas entre el 2030 y el 2040, con el fin de lograr edificaciones neto cero carbono en el 2050. Con el objetivo de lograr estas grandes metas, se proponen unas metas específicas que se describen en el capítulo 3, junto con las acciones transformadoras que deben realizarse para lograrlas.

+En total se proponen 67 metas específicas las cuales toman como referencia las opciones de transformación de la E2050, las metas pactadas en la NDC, el Plan Energético Nacional y las medidas de mitigación que hacen parte del escenario de máxima mitigación propuesto por Hill y Uniandes en el marco del proyecto AENCC1. Las 67 metas están agrupadas en 6 categorías de acción: (i) Prácticas corporativas, (ii) Planeación urbana, (iii) Materiales, (iv) Edificaciones nuevas, (v) Edificaciones existentes, y (vi) Asentamientos informales. Para cada meta se incluyen los principales actores que deben estar involucrados en la ejecución, logro y seguimiento de la meta y se indica si el efecto que se busca con la meta es de mitigación de carbono operacional, de mitigación de carbono embebido y/o de resiliencia.



Edificaciones nuevas:

2030

El **100%** de edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones residenciales estratos 5 y 6, y comercial e institucional, son neto cero a nivel de **carbono operacional** y las residenciales estrato 1, 2, 3 y 4 logran una reducción del **40%** de **carbono operacional**, con respecto a la línea base. Todas logran una reducción del **30%** de **carbono embudido**.

2040

El **80%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, son neto cero a nivel de **carbono operacional** y logran una reducción del **70%** de **carbono embudido**.

2050

El **100%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son neto cero a nivel de **carbono operacional** y **embudido**.

Edificios regenerativos

Edificaciones existentes:

2030

Reducción mínima del **30%** de **carbono operacional**, con respecto a la línea base.

2040

Reducción mínima del **70%** de **carbono operacional**, con respecto a la línea base.

2050

El **100%** de edificaciones existentes son neto cero a nivel de **carbono operacional**.

Figura 2. Metas generales de la hoja de ruta

Ilustración 9 - Metas generales de la hoja de ruta. Fuente: Hoja de Ruta Nacional de Edificaciones Neto Cero Carbono



Descripción y Análisis de metodologías de cálculo de Huella de carbono

A continuación, se presenta una descripción y análisis de diferentes metodologías de cálculo de Huella de Carbono:

- Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), 2017. "Whole life carbon assessment for the built environment" RICS professional statement. Londres, Reino Unido¹².
- Carbon Leadership Forum, 2018. "Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide". Washington, USA. (incluyendo Technical guidance y WBLCA Taxonomy). Washington, USA (incluyendo Technical guidance y WBLCA Taxonomy)¹³.
- AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice: A Guide to Life Cycle Assessment of Buildings¹⁴.

- Athena Guide to Whole-Building LCA in Green Building Programs¹⁵.
- Assessing the environmental impacts of construction – understanding European Standards and their implications. BRE Centre for Sustainable Products¹⁶.

Cada una de las cuales ha sido sistematizada considerando los siguientes aspectos:

- **Categorías de impacto evaluadas:** Clase que representa a el (los) asunto(s) o problemática(s) de interés para los cuales se puede asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida (ISO 14040:2006).
- **Límites del sistema:** des-

cribe las partes, elementos y componentes del edificio que se incluirán en una evaluación del carbono de ciclo de vida completo.

- **Período de estudio de referencia:** Las evaluaciones que se llevan a cabo sobre la base de un período de estudio de referencia elegido. (EN 15978)
- **Etapas del ciclo de vida:** Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de productos o producto, desde la adquisición de materias primas o su generación a partir de recursos naturales, hasta su eliminación como residuo (ISO 14044:2006).
- **Superficie edificada:** corresponde a los criterios definidos para la medición de la superficie

¹² Traducido al español como "Evaluación de carbono de ciclo de vida completo para el entorno construido"

¹³ Traducido al español como "Evaluación del ciclo de vida de los edificios: una guía práctica"; "Orientación técnica"; "Taxonomía de WBLCA"

¹⁴ Traducido al español como "Guía para la evaluación del ciclo de vida del edificio en la práctica: una guía para la evaluación del ciclo de vida de los edificios"

¹⁵ Traducido al español como "Guía para construir el LCA de todo el edificio en programas de construcción ecológica"

¹⁶ Traducido al español como "Evaluación de los impactos ambientales de la construcción: comprensión de las normas europeas y sus implicaciones"

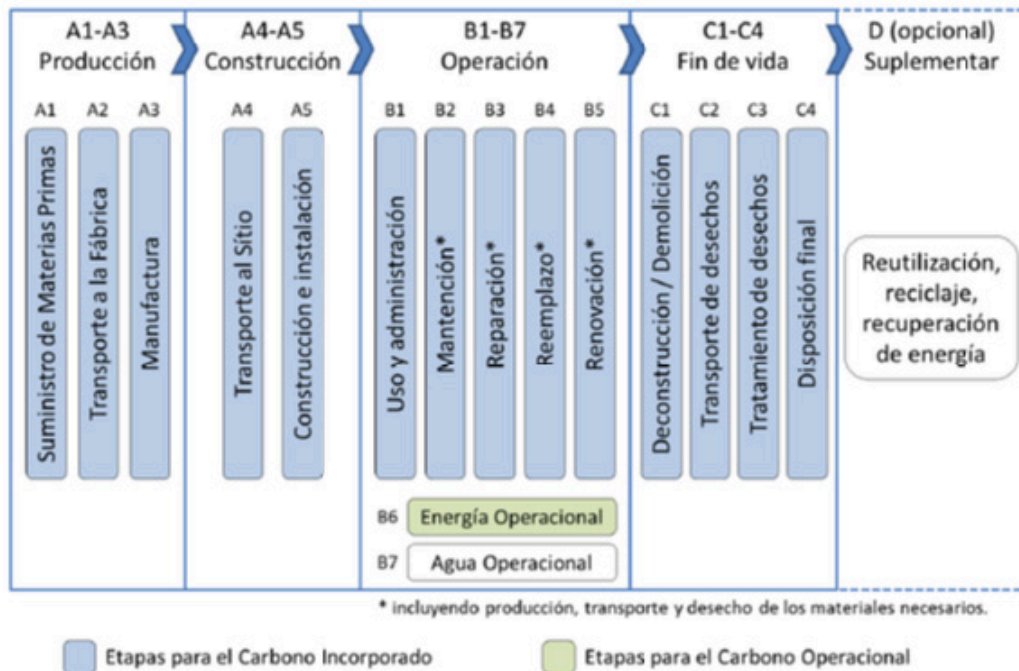


Ilustración 10 - Emisiones incorporadas y operacionales asociadas a las etapas del ciclo de vida de la construcción. Fuente: Wiche, P., Rodríguez, B., Granato, D. Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones: Resumen para Tomadores de Decisiones.

- **Cubicaciones:** corresponde a los criterios orientados a determinar las cantidades de materiales y/o productos que componen el edificio, que se incluirán en la evaluación de carbono de ciclo de vida completo.
- **Unidades de medida:** corresponde a la unidad de medida utilizada para el cálculo de emisiones de carbono.
- **Fuentes de datos de carbono:** corresponde a la información de fuentes de datos aceptables de carbono para materiales y productos asociados al ciclo de vida de la edificación.
- **Factores de conversión de carbono:** especifica la conversión del secuestro de car-

- bono dentro del cálculo de emisiones de carbono. Los árboles absorben CO₂ de la atmósfera durante su crecimiento a través de la fotosíntesis, donde el elemento de carbono del Co absorbido permanece bloqueado la madera hasta su fin de vida.
- **Vida útil de referencia:** periodo de tiempo posterior a la instalación durante el cual la construcción o partes de ella, cumplen su función (NCh 3419:2017).
- **Acceso:** especifica si el documento es de acceso libre o restringido.

Whole Life Carbon Assessment for the built environment (RICS)

Descripción y alcance del documento

Este Documento corresponde a un estándar técnico desarrollado por la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)¹⁷, de Reino Unido, orientado a proporcionar principios obligatorios y orientación práctica para estandarizar la evaluación de carbono del ciclo de vida de la edificación, y mejorar la consistencia de los resultados, su interpretación e implementación. En términos generales, proporciona una forma de implementación práctica de la metodología que establece la norma EN 15978: Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del com-

¹⁷ RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors/ Real institución de topógrafos), es un organismo profesional de topógrafos con sede en el Reino Unido, fundado en Londres en 1868. Trabaja a nivel intergubernamental, y tiene como objetivo promover y hacer cumplir los más altos estándares internacionales en la valoración, gestión y desarrollo de terrenos, inmuebles, construcción e infraestructura



Ilustración 11 - Plan de trabajo de la RIBA. Fuente: <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/resources-landing-page/riba-plan-of-work#available-resources>

portamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo”, e igualmente integra aspectos de otras normas relacionadas, que están referenciadas en el documento. Para ello, aborda la estructura de módulos del ciclo de vida, que cubre tanto las emisiones de carbono incorporadas (módulos A1-A5, B1-B5, C1- C4 y D), como las emisiones de carbono operacionales, asociadas al uso de energía y agua (módulos B6 - B7), ofreciendo una guía para calcular ambos tipos de emisiones durante todo el ciclo de vida de la edificación; así como su consecuente reporte y comunicación.

Aspectos Clave

El documento establece la evaluación del carbono de ciclo de vida completo de manera secuencial

durante las etapas de diseño, adquisición, construcción y posterior a la finalización, comenzando desde la etapa de diseño conceptual (Etapa 2 de RIBA¹⁸ o equivalente). Recomienda evaluaciones en las primeras etapas para establecer una estimación de carbono de línea base para el proyecto, para integrar el carbono de ciclo de vida completo en el proceso de diseño e identificar el potencial de reducción de carbono, mientras existe una capacidad significativa para influir en las decisiones. Como mínimo, establece la necesidad de realizar una evaluación de carbono de ciclo de vida completo antes de comenzar el diseño técnico (RIBA Etapa 4 o equivalente) del proyecto, y después de la finalización práctica para representar la posición de carbono “as built”.

De acuerdo a lo anterior, los ahorros de carbono en un proyecto solo se podrán cuantificar y declarar cuando las evaluaciones de carbono de ciclo de vida completo se hayan efectuado considerando, como mínimo, las dos etapas anteriores.

Para proporcionar una visión holística del impacto al calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés), las evaluaciones de carbono de ciclo de vida completo deben, cuando sea posible, tener en cuenta todos los componentes relacionados con el proyecto durante todas las etapas del ciclo de vida. Sin embargo, como mínimo se deberá considerar el siguiente alcance:

¹⁸ Royal Institute of British Architects (RIBA) es una organización profesional de arquitectos del Reino Unido

Tabla 1: Criterios Mínimos de Evaluación del Carbono

Requisitos Mínimos para la evaluación del carbono del ciclo de vida completo	
Piezas de Construcción	1.- Subestructura 2.- Superestructura
Etapas del Ciclo de Vida	Etapa del producto [A1 – A3] Etapa de Construcción [A4 – A5] Etapa de Reemplazo [B4], por fachada Etapa de Operación [B6], energía operativa
Momento de la Evaluación	En la etapa de diseño, antes del diseño técnico

Sumado a lo anterior, el documento establece claros lineamientos, para todos aquellos aspectos considerados determinantes en la evaluación del carbono durante el ciclo de vida completo de una edificación, como sigue:

- 1. Categorías de impacto evaluadas:** trata explícitamente solo el Potencial de Calentamiento Global (GWP). Sin embargo, los principios de cálculo establecidos en esta declaración pueden ampliarse para cubrir más indicadores de impacto ambiental, tal cual se especifica en la norma EN 15978.
- 2. Límites del sistema:** manifiesta que se deben incluir todos aquellos los elementos enumerados en el itemizado del proyecto, el plan de costos u otra información de diseño pertinente (dibujos, especificaciones, etc.). Estos elementos de construcción son: Demolición; Facilitación de obra; Infraestructura; Superestructura; Acabados; Accesorios, mobiliarios y equipamientos; Servicios de construcción/MEP; Edificios y unidades de edificación prefabricados; Trabajos en edificio existente; y Trabajos extras.
- 3. Período de estudio de referencia:** determina el período de estudio de referencia que

se utilizará para la evaluación del carbono durante el ciclo de vida del edificio. Esto basado en los principios descritos en EN 15978; 7.3, donde para proyectos Domésticos se consideran 60 años (de manera sinérgica a lo establecido en la certificación BREEAM 2014 Obra nueva, requerimiento: Mat 01 Impactos del ciclo de vida, y LEED v.4).

- 4. Etapas del ciclo de vida:** considera las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la cuna (extracción de materias primas), la fabricación de productos, el transporte y la instalación en el sitio, hasta la operación, el mantenimiento y la eventual eliminación del material (la tumba). Se hace referencia a la norma EN 15978; 7.4. Las etapas del ciclo de vida son las siguientes:

- [A1-A3]: Producción materias primas
- [A4-A5]: Construcción del edificio
- [B1-B7]: Operación del edificio
- [C1-C4]: Fin de la vida del edificio
- [D]: Reutilización; reciclaje; recuperación de energía

- 5. Superficie edificada:** se considera que las evaluaciones de la medición del área de piso deben estar de acuerdo con RICS property measurement¹⁹, 1a edición (2015) de la declaración profesional que incorpora los Estándares Internacionales de Medición de la Propiedad (IPMS), y la unidad de medida para el área del piso debe ser el área interna bruta (GIA)²⁰, para representar de mejor manera la totalidad del activo construido.

- 6. Cubicaciones:** se establecen según la norma EN 15978; 9.1–9.3. Especifica cómo deben determinarse las cantidades de los materiales y/o productos que se incluirán en la evaluación del carbono de ciclo de vida completo. Las cantidades de material deben ser utilizadas y declaradas en el siguiente orden de preferencia y sujeto a disponibilidad en las diferentes etapas del proyecto: 1. Itemizado del Proyecto, 2. Modelo BIM, 3. Factura de cantidades o plan de costos, 4. Estimaciones a partir de dibujos de consultores.

- 7. Unidades de medidas:** se establece que los resultados de la evaluación del carbono durante el ciclo de vida del edificio deben informarse utilizando las unidades de kgCO₂ equivalente (kgCO₂e), o cual-

¹⁹ Traducido al español como "Medición de la propiedad".

²⁰ El área interna bruta es el área de un edificio medido a la cara interna de las paredes perimetrales en cada nivel del piso (RICS)



quier múltiplo métrico establecido. Donde, es importante señalar que el tipo de uso del activo construido debe considerar unidades de normalización apropiadas para asegurar comparaciones justas y significativas con proyectos pares; así para edificios residenciales se considera kgCO₂e/m² (área interna neta).

8. Fuentes de datos de carbono: se establecen las siguientes fuentes aceptables de datos de carbono para materiales y productos, en orden de preferencia

- Declaraciones medioambientales de tipo III (EPD²¹ y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con EN 15804.
- Declaraciones ambientales de tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 21930.- Declaraciones ambientales de tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 14067.

- EPD y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 14025, ISO 14040 y 14044
- Declaraciones ambientales tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con PAS 2050. Cuando no haya datos de carbono específicos para los elementos incluidos en la evaluación, se debe utilizar la información de carbono admisible disponible para productos equivalentes o muy similares, que cumpla con los requisitos anteriores.

8. Factores de conversión de carbono: el documento establece que deben usarse para el cálculo del carbono equivalente (CO₂e), el impacto del transporte, consumo de combustible, refrigerantes y suministro de agua. Los factores de conversión deben tener en cuenta las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), tanto directas como indirectas.

9. Secuestro de carbono: Se establecen dentro del documento dos tipologías de materialidades que influyen en el secuestro de carbono, las cuales corresponden a las siguientes:

- Carbón biogénico²²: corresponde al carbono almacenado (secuestrado) en elementos de madera, los que deben calcularse con base en la fórmula proporcionada en la norma EN 16449. El secuestro de carbono solo debe tenerse en cuenta cuando se cumplen los siguientes criterios: 1. La evaluación del carbono del ciclo de vida del proyecto incluye los impactos de la etapa [C] y 2. La madera proviene de fuentes sostenibles (certificadas por FSC, PEFC o equivalente).
- Carbonatación de CaO y Ca(OH)₂: corresponde al carbono (secuestrado) en elementos cementicios y/o cal, los que deben calcularse en base a la norma EN 16757.

10. Vida útil de referencia: Se establecen supuestos genéricos para la vida útil de los elementos, los que son rescatados de la información de BCIS²³.

²¹ EPD Environmental Product Declarations o Declaración Ambiental de Producto (DAP)

²² Los árboles absorben CO₂ de la atmósfera durante su crecimiento a través de la fotosíntesis. El elemento de carbono del CO₂ absorbido permanece bloqueado en la madera hasta su fin de vida. Sin embargo, el carbono secuestrado solo debe considerarse un beneficio en el alcance de la evaluación del carbono de ciclo de vida completo cuando la madera se obtiene de forma sostenible, certificada por FSC, PEFC o equivalente. Esto es para garantizar que los árboles talados se sustituyan por un mínimo de la misma cantidad de árboles plantados y, por lo tanto, no contribuyan a la deforestación y no comprometan la capacidad general de absorción de carbono de los bosques. Fuente: RICS WLCA.

²³ Building Cost Information Service (BCIS), proporciona datos de costos y precios para la industria de la construcción del Reino Unido. Es parte de la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS).

Con respecto a la etapa de Fin de la Vida Útil [C], cabe señalar que el documento manifiesta que en ausencia de información específica, los escenarios sobre la proporción de vertido, reutilización y/o reciclaje de cada elemento deben desarrollarse de acuerdo con la práctica estándar actual. A modo de ejemplo, según las estadísticas del Reino Unido sobre Residuos (2016) de DEFRA²⁴, el escenario predeterminado sugerido para elementos relacionados con la construcción y demolición debería suponer que el 10% de la masa de residuos se destina a relleno sanitario y el 90% se desvía de este, mediante acciones de reciclaje, reutilización, u otras. Con respecto a los desechos de madera, se debe suponer que el 25% se deposita en relleno sanitario y el 75% se incinera con recuperación de energía.

Tabla 2: Sistematización Aspectos Claves Metodología RICS

METODOLOGÍA	WHOLE LIFE CARBON ASSESSMENT FOR THE BUILT ENVIRONMENT – ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS (RICS)	
PAÍS	Reino Unido	
OBJETIVO	Estandarizar la evaluación de la huella del carbono en todas las etapas del ciclo de vida y mejorar la coherencia de los resultados	
CATEGORIAS DE IMPACTO EVALUADAS	Potencial de calentamiento global	
GRUPOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Revisar metodología en su última versión vigente	
PERIODO DE ESTUDIO DE REFERENCIA	Según los principios descritos en EN 15978; 7.3.	Proyectos Domésticos: 60 años (BREEAM 2014 Obra nueva - Mat 01 Impactos del ciclo de vida; LEED v.4)
ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	[A1-A3] [A4-A5] [B1-B7] [C1-C4] [D]	
MEDICIÓN DEL ÁREA DE PISO	Las evaluaciones deben estar de acuerdo con RICS property measurement, 1ª edición (2015) de la declaración profesional que incorpora los Estándares Internacionales de Medición de la Propiedad (IPMS). La unidad de medida para el área del piso debe ser el área interna bruta (GIA) para representar mejor la totalidad del activo construido.	
CANTIDADES	EN 15978; 9.1–9.3. Especifica cómo deben determinarse las cantidades de los materiales y/o productos que se incluirán en la evaluación de carbono de toda la vida útil.	Las cantidades de material deben ser utilizadas y declaradas en el siguiente orden de preferencia y sujeto a disponibilidad en las diferentes etapas del proyecto: 1. Registros de entrega de materiales, 2. Modelo BIM, 3. Factura de cantidades (BoQ) o plan de costos, 4. Estimaciones a partir de dibujos de consultores
UNIDADES DE MEDIDAS	Edificios; clases de uso de planificación residencial	kgCO ₂ e/m ² (área interna neta)

²⁴ Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales



		<p>Declaraciones medioambientales de tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con EN 15804 (Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.)</p>
		<p>Declaraciones ambientales de tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 21930 (Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil: reglas básicas para las declaraciones ambientales de productos y servicios de construcción)</p>
<p>FUENTES DE DATO DE CARBONO</p>	<p>Las siguientes son fuentes aceptables de datos de carbono para materiales y productos, en orden de preferencia</p>	<p>Declaraciones ambientales de tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 14067 (Gases de efecto invernadero – Huella de carbono de productos – Requisitos y directrices para cuantificación)</p>
		<p>EPD y conjuntos de datos de acuerdo con ISO 14025 (Etiquetas y declaraciones ambientales – Declaraciones ambientales tipo III – Principios y procedimientos), ISO 14040 (Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia) y 14044 (Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia)</p>
		<p>Declaraciones ambientales tipo III (EPD y equivalentes) y conjuntos de datos de acuerdo con PAS 2050 (Verificación de la Huella de Carbono)</p>
<p>FACTORES DE CONVERSIÓN DE CARBONO</p>	<p>Deben usarse para calcular el carbono equivalente (CO₂e,) impacto del transporte, consumo de combustible, refrigerantes y suministro de agua. Los factores de conversión deben tener en cuenta las emisiones de GEI tanto directas como indirectas: incluidos los impactos de WTT (pozo a tanque) y T&D (transmisión y distribución), según corresponda.</p>	

$$P_{CO_2} = \frac{44}{12} \times cf \times \frac{\rho_w \times V_w}{1 + \frac{w}{100}}$$

SECUESTRO DEL CARBONO

Carbón biogénico: El carbono biogénico almacenado (secuestrado) en elementos de madera debe calcularse en base a la fórmula proporcionada en EN 16449: Madera y productos derivados de la madera. Cálculo del contenido en carbono biogénico de la madera y conversión en dióxido de carbono.

PCO2 : dióxido de carbono secuestrado - carbono biogénico oxidado al final de la vida cf: fracción de carbono de la biomasa leñosa (seca)
: densidad de la madera con el contenido de humedad dado
V: volumen de madera con el contenido de humedad dado : contenido de humedad del producto de madera.

Carbonatación de CaO y Ca(OH)2

En la norma EN 16757 se proporciona orientación detallada sobre el cálculo y la notificación de la absorción de carbono de la carbonatación.

VIDA ÚTIL INDICATIVA COMPONENTES

Revisar metodología en su última versión vigente

DISPONIBILIDAD

Pública, gratuita



Life Cycle Assessment Of Buildings: A Practice Guide – Carbon Leadership Forum (CLF)

Descripción y alcance del documento

Guía práctica publicada en Estados Unidos, que toma en consideración la norma UNE-EN 15978:2012: "Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method"²⁵, adaptándola al contexto local del país, y la norma ASTM E2921-16: "Standard Practice for Minimum Criteria for Comparing Whole Building Life Cycle Assessments for Use with Building Codes, Standards, and Rating Systems"²⁶, que tiene la finalidad de ayudar a los profesionales de la construcción a comprender los factores de edificaciones que afectan al medio ambiente, otorgando lineamientos para realizar un estudio del ciclo de vida de manera responsable y estandarizada.

Esta guía en particular define criterios mínimos para informar sobre los resultados de la evaluación del ciclo de vida, de una manera estandarizada por el uso de categorías mediante la ISO 21930:2017: "Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services"²⁷, proponiendo una taxonomía que orienta los ejes de información que se deben presentar en un reporte final.

La guía se estructura en cinco pasos para su implementación, los cuales son los siguientes:

Definir el objetivo y alcance, comprendiendo que aspectos deben ser considerados en la evaluación de una edificación,

considerando sus equivalentes funcionales, periodo de estudio de referencia y límite del sistema.

Recopilación de inventario, estableciendo una lista de actividades y materiales, en donde se deben definir los materiales y escenarios de implementación

Realizar una evaluación de impacto, mediante herramientas y/o bases de datos, asegurándose que estos provengan de fuentes confiables, declarando las referencias de estas. Se deben establecer las categorías de impacto ambiental a evaluarse, realizar mención en caso de existir carbono biogénico, en donde se debe asumir un enfoque conservador (ignorando la existencia de este), o asumir la existencia de este integrando los valores a los cálculos de la huella de carbono, de acuerdo con la norma ISO 21930:2017: "Sustainability in buildings and civil engineering works – Core rules for environmental product declarations of construction products and services".

Interpretar los resultados. Informe de resultados, a través de un reporte que declare los pasos anteriores incluyendo los supuestos, metodología, observaciones y conclusiones. Como mínimo se debe incluir:

- Objetivos y alcances: Declaración de la meta del Análisis de Ciclo de Vida (ACV); Público objetivo; Descripción funcional equivalente del edificio, periodo de estudio de referencia; Descripción de los límites del sistema (alcance físico del edificio- grupos de elementos, alcance del ciclo de vida, exclusiones y categorías de impacto ambiental a evaluar).
- Inventario de edificio: Tipos de

materiales, cantidades, vida útil; Descripciones de escenarios para cada material, fuente de energía, y flujo de agua para las etapas del ciclo de vida A4-C4

- Resultados de impacto ambiental para cada módulo del ciclo de vida para las categorías de impacto identificadas en el paso de objetivo y alcance del ACV.
- Interpretación de resultados: Una descripción narrativa de su interpretación de los resultados y conclusiones que pudo extraer del análisis; Un resumen de las evaluaciones cuantitativas, tales como impactos por componentes o categorías de edificios, y análisis de sensibilidad e incertidumbre; Sugerencias para mejorar el diseño del edificio o perfeccionar el ACV.

Aspectos clave

Del documento se extraen aspectos como categorías de impacto; período de estudio de referencia; etapas del ciclo de vida; medición del área del piso, cantidades; unidades de medida; fuentes de datos de carbono; secuestro de carbono y vida útil indicativa de los componentes.

Período de estudio de referencia: no se establecen periodos específicos de estudio de referencia. Lo que si se establece en consideración a este punto es el lapso de tiempo, generalmente medido en años, que experimenta el edificio para los propósitos del ACV. En muchos casos, puede suponer que el período de estudio de referencia es el mismo que la vida útil del edificio, también conocida como vida de servicio requerida.

25 "Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo"

26 "Práctica estándar para los criterios mínimos para comparar evaluaciones del ciclo de vida del edificio completo para su uso con códigos de construcción, estándares y sistemas de clasificación"

27 "Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil: reglas básicas para las declaraciones ambientales de productos y servicios de construcción"

Etapas del ciclo de vida: considera criterios para las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la cuna (extracción de materias primas), la fabricación de productos, el transporte y la instalación en el sitio, hasta operación, el mantenimiento y la eventual eliminación del material (la tumba). Se hace referencia a la norma EN 15978; 7.4. Las etapas del ciclo de vida son las siguientes:

- [A1-A3]: Producción materias primas
- [A4-A5]: Construcción del edificio
- [B1-B7]: Operación del edificio
- [C1-C4]: Fin de la vida del edificio
- [D]: Reutilización; reciclaje; recuperación de energía

Medición del área del piso: las especificaciones que se deben tener en consideración para la medición del área del piso son: Área de la huella del edificio; Superficie total bruta de suelo (GFA); Tamaño del estacionamiento.

Cantidades: la mayor cantidad de materiales aparecen en la etapa de producción (A1 - A3), pero se deben incluir los materiales y productos que aparecen en la etapa de uso, que cubre el uso, mantenimiento, reparación, reemplazo y reacondicionamiento (B1 - B5).

Para la estimación y cálculo de materiales se debe tener en consideración la norma EN 15978, Importe neto. Sección 9.3, Cantidad bruta. Sección 9.4, Tipos apropiados de datos. Sección 9.5 y 9.6, Energía operativa y el uso operativo del agua, respectivamente.

Fuentes de datos de carbono: se deben tener en cuenta la norma ISO: 14044 Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices; y la norma ISO 21930: Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil: reglas bá-

sicas para las declaraciones ambientales de productos y servicios de construcción.

Secuestro de carbono: se establecen dos opciones para reportar la cantidad de carbono biogénico almacenado (secuestrado), en elementos de madera. Donde se establecen dos opciones para reportar su cantidad:

- Opción 1: incluir los posibles beneficios del secuestro de carbono. Para lo cual se deben seguir las siguientes pautas. A) Informar las emisiones de carbono biogénico de cada módulo del ciclo de vida para las tres clasificaciones de carbono biogénico según la norma ISO 21930 (2017). B) Informar el crédito de secuestro como un valor negativo separado (no agregado a los valores de emisiones positivos). C) Si es madera, informar el estado de la certificación forestal.
- Opción 2: ignorar los posibles beneficios del secuestro de carbono (enfoque conservador).

Vida útil indicativa de los componentes: Se establecen dos guías para la consideración de la vida útil de los componentes, para edificación residencial:

- Edificios residenciales multifamiliares: Fannie Mae.
- Edificios residenciales unifamiliares: InterNACHI.

LCA Taxonomy: Goal and Scope Template²⁸ – CLF

Descripción y alcance del documento

“LCA Taxonomy: Goal and Scope Template” corresponde a un esquema para organizar información, estableciendo una estructura para facilitar la comunicación en torno

a la evaluación del ciclo de vida de las edificaciones en la industria de la construcción (en este caso particularmente para Estados Unidos), con la finalidad de fomentar la presentación de informes estandarizados.

El documento se utiliza dentro del estudio como referencia a la información exigida para realizar evaluaciones en torno al ciclo de vida de una edificación.

Aspectos clave

Del documento se extrae el procedimiento recomendado por el documento “Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide” para la sistematización de información sobre los proyectos arquitectónicos para la evaluación del ciclo de vida, en donde a grandes rasgos se debe informar sobre los objetivos e información de antecedentes sobre la evaluación, y los alcances con la información del proyecto, la unidad funcional, el alcance del ciclo de vida y el límite del sistema.

Tabla 3: Sistematización Aspectos Claves Metodología CLF

METODOLOGÍA	LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BUILDINGS: A PRACTICE GUIDE – CARBON LEADERSHIP FORUM – CLF (+ Technical guidance y WBLCA Taxonomy)	
PAÍS	Estados Unidos	
OBJETIVO	Guiar y ayudar a los profesionales de la construcción a comprender por qué y cómo utilizar LCA en los proyectos	
CATEGORIAS DE IMPACTO EVALUADAS	Múltiples: Potencial de calentamiento global, Acidificación, Eutrofización, Disminución de Ozono, Estratosférico, Toxicidad al ser humano y Ecotoxicidad, entre otros.	
GRUPOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Sin información	
PERIODO DE ESTUDIO DE REFERENCIA	El lapso de tiempo, generalmente medido en años, que experimenta el edificio para los propósitos del ACV (Evaluación del ciclo de vida). En muchos casos, puede suponer que el período de estudio de referencia es el mismo que la vida útil del edificio, también conocida como vida de servicio requerida. Consultar EN 15978.	
ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	[A1-A3] [A4-A5] [B1-B7] [C1-C4] [D]	
MEDICIÓN DEL ÁREA DE PISO	No se especifica el cálculo de área de piso, sino que se referencia a la Taxonomía en estos puntos: Área de la huella del edificio; Superficie total bruta de suelo (GFA); Tamaño del estacionamiento	
CANTIDADES	EN 15978, Estimaciones y escenarios de cantidad de material. Sección 9.2, Importe neto,. Sección 9.3, Cantidad bruta. Sección 9.4, Tipos apropiados de datos. Sección 9.5 y 9.6, Energía operativa y el uso operativo del agua, respectivamente.	Cantidad de materiales y unidades. La mayor cantidad de materiales aparecen en la etapa de producción (A1 – A3), pero se deben incluir los materiales y productos que aparecen en la etapa de uso, que cubre el uso, mantenimiento, reparación, reemplazo y reacondicionamiento (B1 – B5).
UNIDADES DE MEDIDAS	Sin información	
FUENTES DE DATO DE CARBONO	ISO 14044: Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia ISO 21930: Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil: reglas básicas para las declaraciones ambientales de productos y servicios de construcción	
FACTORES DE CONVERSIÓN DE CARBONO	Sin información	
SECUESTRO DEL CARBONO	Carbón biogénico. Dos opciones para reportar carbono biogénico (en este momento)	Opción 1: Incluir los posibles beneficios del secuestro de carbono. Se deben seguir las siguientes pautas. A) Informar las emisiones de carbono biogénico de cada módulo del ciclo de vida para las tres clasificaciones de carbono biogénico según la norma ISO 21930 (2017). B) Informe el crédito de secuestro como un valor negativo separado (no agregado a los valores de emisiones positivos). C) Si es madera, informe el estado de la certificación forestal.

		Opción 2: Ignore los posibles beneficios del secuestro de carbono.
VIDA ÚTIL INDICATIVA COMPONENTES	Edificios residenciales multifamiliares	Fannie Mae: https://multifamily.fanniemae.com/media/6701/display
	Edificios residenciales unifamiliares	InterNACHI: https://www.nachi.org/life-expectancy.htm
DISPONIBILIDAD	Pública, gratuita	



Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice – American Institute of Architects AIA²⁹

Descripción y alcance del documento

“Guide to building life cycle assessment in practice”, es un documento que proporciona pautas que ayudan a los agentes de la industria de la construcción a comprender y utilizar la metodología del estudio del ciclo de vida (ACV) como parte del proceso del diseño de un proyecto.

En el documento se establecen conocimientos básicos en torno al ACV en la industria de la construcción, enfocado de mayor manera

a los arquitectos. Se demuestra que los resultados de ACV ayudan a responder varias interrogantes surgentes en el proceso de diseño y la construcción de un proyecto, lo que ayuda a reforzar las decisiones acordadas por arquitectos con una justificación científica como base.

Aspectos clave

Del documento se extraen aspectos como etapas del ciclo de vida; cantidades; fuentes de datos de carbono.

1. Etapas del ciclo de vida: las etapas que se delinean son la fabricación de materiales, construcción, uso y mantenimiento y fin de vida.
2. Cantidades: las cantidades se deben adecuar a la base de datos de inventario del ciclo

de vida de EE. UU.. Disponible en :<http://www.nrel.gov/lci/>.

3. Fuente de datos de Carbono: En el documento se especifican cuatro diferentes ejemplos de fuentes de datos a los que se puede recurrir.

- Ecoinvent: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>
- NREL: <https://www.nrel.gov/lci/>
- BEES® LCA Tool: <https://www.nist.gov/services-resources/software/bees>
- Athena Impact Estimator: <http://www.athenasmi.org/our-software-data/lca-databases/>

29 “Guía para Construir la Evaluación del Ciclo de Vida en la Práctica – Instituto Americano de Arquitectos”

Tabla 4: Sistematización Aspectos Claves Metodología AIA

METODOLOGÍA	GUIDE TO BUILDING LIFE CYCLE ASSESSMENT IN PRACTICE – AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS AIA
PAÍS	Estados Unidos
OBJETIVO	Establecer pautas para ayudar a los arquitectos a comprender y utilizar la metodología LCA como parte del proceso de diseño mediante la identificación de escenarios.
CATEGORIAS DE IMPACTO EVALUADAS	Múltiples: Potencial de calentamiento global, Acidificación, Eutrofización, Disminución de Ozono, Estratosférico, Toxicidad al ser humano y Ecotoxicidad, entre otros.
GRUPOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Sin información
PERIODO DE ESTUDIO DE REFERENCIA	Sin información
ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	[A1-A3] [A4-A5] [B1-B7] [C1-C4] Lo manifiestan como: Las etapas se delimitan como: fabricación de materiales, construcción, uso y mantenimiento y fin de vida.
MEDICIÓN DEL ÁREA DE PISO	Sin información
CANTIDADES	Base de datos de inventario del ciclo de vida de EE. UU.. Disponible de : http://www.nrel.gov/lci/ .
UNIDADES DE MEDIDAS	Masa de CO2
FUENTES DE DATO DE CARBONO	<ul style="list-style-type: none"> • EcoInvent: https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/ • NREL: https://www.nrel.gov/lci/ • BEES@ LCA Tool: https://www.nist.gov/services-resources/software/bees • AthEna Impact Estimator: http://www.athenasmi.org/our-software-data/lca-databases/
FACTORES DE CONVERSIÓN DE CARBONO	Sin información
SECUESTRO DEL CARBONO	Sin información
VIDA ÚTIL INDICATIVA COMPONENTES	Sin información
DISPONIBILIDAD	Pública, gratuita



Guide to Whole-Building LCA in Green Building Programs³⁰ – Athena

Descripción y alcance del documento

“Guide to whole-building LCA in green building programs”, es una guía para la evaluación de los estudios del ciclo de vida de un proyecto, para establecer los puntos calientes ambientales de los productos y el modo de realizar mejoras en su eficacia, esto a través de la cuantificación e interpretación de flujos entre un producto y el medio ambiente, y así reducir la huella de carbono.

La guía se basa la norma estadounidense ASTM E2921: “Standard Practice for Minimum Criteria for Comparing Whole Building Life Cycle Assessments for Use with Building Codes, Standards, and Rating Systems”³¹, que proporciona requisitos mínimos al momento de realizar el estudio de ciclo de vida de todo un edificio, y la norma europea EN 15978: “Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method”.

Aspectos clave

Del documento se extraen aspectos como grupos de elementos de construcción a considerar; período de estudio de referencia; etapas

del ciclo de vida; medición del área del piso, cantidades; fuentes de datos de carbono.

1. Grupos de elementos de construcción a considerar: se establecen cuatro programas de referencia, los cuales son: LEED v4; Green Globes 2013; IgCC 2012; CALGreen 2010.
2. Periodo de estudio de referencia: se establecen cuatro programas de guía para el periodo de estudio de referencia, los cuales son:
 - LEED v4: Mínimo 60 años
 - Green Globes: Mínimo de 60 años y máximo de 120 años, a menos que un evaluador de Green Globes apruebe lo contrario
 - IgCC 2012: Ninguno declarado
 - CALGreen 2010/2012: Mínimo 60 años a menos que sea aprobado por la agencia ejecutora
3. Etapas del ciclo de vida: considera las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la cuna (extracción de materias primas), la fabricación de productos, el transporte y la instalación en el sitio, hasta operación, el mantenimiento y la eventual eliminación del material (la tumba). Se hace referencia a

la norma EN 15978; 7.4. Las etapas del ciclo de vida son las siguientes:

- [A1-A3]: Producción materias primas
 - [A4-A5]: Construcción del edificio
 - [B1-B7]: Operación del edificio
 - [C1-C4]: Fin de la vida del edificio
 - [D]: Reutilización; reciclaje; recuperación de energía
4. Medición del área del piso: la superficie bruta de suelo debe calcularse de acuerdo con una metodología estandarizada elaborada por una organización profesional.
 5. Cantidades: el documento establece que se pueden seguir las recomendaciones de organizaciones como la Sociedad Estadounidense de Estimaradores Profesionales (ASPE), el Instituto Canadiense de Agrimensores (CIQS), entre otras a elección.
 6. Fuentes de datos de carbono: se establecen las siguientes fuentes de datos de referencia para el estudio del carbono: ISO 14040: “Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia” e ISO 14044: “Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia”.

30 Guía para el ACV de Construcción Integral en Programas de Construcción Verde

31 “Práctica estándar para los criterios mínimos para comparar evaluaciones del ciclo de vida del edificio completo para su uso con códigos de construcción, estándares y sistemas de clasificación”

Tabla 5: Sistematización Aspectos Claves Metodología ATHENA

METODOLOGÍA	GUIDE TO WHOLE-BUILDING LCA IN GREEN BUILDING PROGRAMS (ATHENA)	
PAÍS	Estados Unidos	
OBJETIVO	Guía para comprender los “puntos calientes” ambientales en los productos, y realizar mejoras en su eficiencia, para así enfocar los esfuerzos del diseño en disminuir la huella de carbono.	
CATEGORIAS DE IMPACTO EVALUADAS	Múltiples: Potencial de calentamiento global, Acidificación, Eutrofización, Disminución de Ozono, Toxicidad al ser humano y Energía primaria, entre otros.	
GRUPOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Revisar metodología en su última versión vigente	
PERIODO DE ESTUDIO DE REFERENCIA	LEED v4	Mínimo 60 años
	Green Globes	Mínimo de 60 años y máximo de 120 años, a menos que un evaluador de Green Globes apruebe lo contrario
	IgCC 2012	Ninguno declarado
	CALGreen 2010/2012	Mínimo 60 años a menos que sea aprobado por la agencia ejecutora
ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	[A1-A3] [A4-A5] [B1-B7] [C1-C4]	
MEDICIÓN DEL ÁREA DE PISO	La superficie bruta de suelo debe calcularse de acuerdo con una metodología estandarizada elaborada por una organización profesional.	
CANTIDADES	Se pueden seguir recomendaciones de organizaciones como la Sociedad Estadounidense de Estimadores Profesionales (ASPE), el Instituto Canadiense de Agrimensores (CIQS), entre otra a elección.	
UNIDADES DE MEDIDAS	Sin información	
FUENTES DE DATO DE CARBONO	ISO 14040: Gestión ambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia	
	ISO 14044: Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia	
FACTORES DE CONVERSIÓN DE CARBONO	Sin información	
SECUESTRO DEL CARBONO	Sin información	
VIDA ÚTIL INDICATIVA COMPONENTES	Sin información	
DISPONIBILIDAD	Pública, gratuita	

Assessing the environmental impacts of construction – understanding European Standards and their implications – Building Research Establishment³² BRE

Descripción y alcance del documento

Documento informativo del Reino Unido, que proporciona ayuda para comprender las implicaciones de los estándares el conjunto de normas CEN TC 350: "Sostenibilidad de las obras de construcción", que evalúan el desempeño ambiental de los productos de elementos de construcción (materiales) y edificios.

Las normas que se consideran en el documento a nivel de producto son las siguientes:

1. EN 15804: 2012 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar proporciona reglas básicas de categorías de productos. Proporciona una estructura para garantizar que las declaraciones ambientales de productos de construcción y procesos constructivos se deriven, verifiquen y presenten de manera armonizada.
2. CEN / TR 15941: 2010 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar ayuda en el uso de datos genéricos de acuerdo con la norma EN 15804, y también en la aplicación de datos genéricos en la evaluación del desempeño ambiental de edificios de acuerdo con la norma EN 15978
3. EN 15942: 2011 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar especifica y describe el formato de traspaso de información según

la norma EN 15804, para la comunicación de empresa a empresa, para garantizar un entendimiento común durante el traspaso de información.

Las normas que se consideran en el documento a nivel de edificio son las siguientes:

1. EN 15643-1: 2010 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar proporciona el marco general para la evaluación de edificios en términos de desempeño ambiental, social y económico.
2. EN 15643-2: 2011 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar proporciona los principios y requisitos específicos para la evaluación del desempeño ambiental de un edificio
3. EN 15978: 2011 Sostenibilidad de las obras de construcción: Este estándar proporciona las reglas de cálculo para la evaluación del desempeño ambiental de edificios nuevos y existentes.

Aspectos clave

Del documento se extraen aspectos como las etapas del ciclo de vida; fuentes de datos de carbono; factores de conversión de carbono; vida útil indicativa de los componentes.

1. Etapas del ciclo de vida: Considera las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde la cuna (extracción de materias primas), la fabricación de productos, el transporte y la instalación en el sitio, hasta operación, el mantenimiento y la eventual eliminación del material (la tumba). Las etapas del ciclo de vida son las siguientes:

- [A1-A3]: Producción materias primas

- [A4-A5]: Construcción del edificio
- [B1-B7]: Operación del edificio
- [C1-C4]: Fin de la vida del edificio
- [D]: Reutilización; reciclaje; recuperación de energía

2. Fuentes de datos de carbono: Se deben tener en cuenta las normas EN 15804: 2012: "Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción"; CEN/TR 15941: 2010: "Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Metodología para la selección y uso de datos genéricos"; EN 15942: 2011: "Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Formato de comunicación negocio a negocio"
3. Vida útil indicativa de los componentes: Para establecer la vida útil de los componentes se debe seguir la norma ISO 15686-1, ISO 15686-2, ISO 15686-7 y ISO 15686-8: "Edificios y activos construidos. Planificación de la vida útil"

³² "Evaluación de los Impactos Ambientales de la Construcción: Entendiendo las Normas Europeas y sus Implicaciones – Centro de Investigación de la Edificación BRE"

Tabla 6: Sistematización Aspectos Claves Metodología BRE

METODOLOGÍA	ASSESSING THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CONSTRUCTION – UNDERSTANDING EUROPEAN STANDARDS AND THEIR IMPLICATIONS – BRE
PAÍS	Reino Unido
OBJETIVO	Comprender los estándares que están surgiendo en Europa y los desafíos que enfrenta su implementación. Producir una medición detallada del comportamiento medioambiental de un producto, servicio o edificio
CATEGORIAS DE IMPACTO EVALUADAS	Potencial de calentamiento global, Disminución de Ozono.
GRUPOS DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN	Sin información
PERIODO DE ESTUDIO DE REFERENCIA	Sin información
ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	[A1-A3] [A4-A5] [B1-B7] [C1-C4] [D]
MEDICIÓN DEL ÁREA DE PISO	Sin información
CANTIDADES	Sin información
UNIDADES DE MEDIDAS	Sin información
FUENTES DE DATO DE CARBONO	EN 15804: 2012: Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción. CEN / TR 15941: 2010: Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Metodología para la selección y uso de datos genéricos. EN 15942: 2011: Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Formato de comunicación negocio a negocio
FACTORES DE CONVERSIÓN DE CARBONO	Sin información
SECUESTRO DEL CARBONO	Sin información
VIDA ÚTIL INDICATIVA COMPONENTES	ISO 15686-1, 2,7 y 8: Edificios y activos construidos. Planificación de la vida útil
DISPONIBILIDAD	Pública

edge

Un primer paso para la reducción del impacto del sector

En Chile estamos viendo un mayor interés del sector construcción por entender y gestionar sus impactos ambientales, desde los productores de materiales de construcción, constructoras y empresas de bienes raíces. Muchas de estas empresas se frenan debido a la complejidad, la falta de información y la diversidad de metodologías para efectivamente cuantificar dichos impactos.

El primer paso necesario como sector es comenzar a resolver dichas inquietudes, encontrando las mejores calculadoras y softwares, buenas fuentes de información, y definiendo los lineamientos de cómo se realizará la cuantificación del impacto. Proyectos como éste son clave en dicha dirección, en especial al venir del sector público, ya que tienen un poder de difusión y un respaldo institucional importante, ojalá en miras de promover que el cuantificar el impacto ambiental, sea el “desde” para las empresas, sólo el primer paso hacia la gestión y posterior reducción del impacto del sector.



Mariana Aguirre
Chief Technical Officer
Edge Latam



Softwares y Herramientas para la Medición de la Huella de Carbono

Existen diversos softwares y herramientas capaces de calcular huella de carbono en edificaciones. Se han seleccionado 6 de estos para ser analizados de forma preliminar, para posteriormente definir cuales se utilizarán para el cálculo de huella de carbono en el edificio residencial seleccionado para el estudio. La selección de estos softwares responde a juicio experto de aquellos con mayor trayectoria, además de ser softwares alineados con distintas certificaciones y recomendadas por estas, como se verá más adelante en el análisis de certificaciones. Estos softwares y herramientas son:

- One Click LCA
- Tally
- ATHENA IE
- eTool
- Simapro
- EDGE
- Ábaco Chile
- RUKARU

El detalle de sus países de origen, desarrollador, tipos de licencia disponible y páginas web se encuentra en la siguiente tabla. A continuación, se entrega una pequeña descripción de cada una de ellas.



Tabla 7: Softwares y herramientas seleccionadas

	Desarrollador	País de origen	Tipos de licencia	Página web
One Click LCA	Bionova Ltd	Finlandia	Principiante, empresas, expertos	https://www.OneClicklca.com
Tally	KT Innovations (en colaboración con Building Transparency, thinkstep y Autodesk)	Estados Unidos	Comercial o educacional	https://choosetally.com
Athena IE	ASMI	Estados Unidos	Uso público	http://www.athenasmi.org
eTool	eTool	Australia	Uso público, estudiante, consultor, emprendedor o especialista	https://etoolglobal.com
Simapro	PRé Consultants	Países Bajos	Comercial o educacional	https://pre-sustainability.com/solutions/tools/simapro
EDGE	International Finance Corporation	Reino Unido	Uso público	https://edgebuildings.com/software/?lang=es
ABACO CHILE	CITEC UBB – Universidad de Sevilla	Chile – España	Uso público	http://abacochile.cl/
RUKARU	EBP Chile	Chile	Uso público	https://www.RUKARU.cl/





One Click LCA

One Click LCA fue fundada el 2001 por Bionova Ltda., quienes en julio de este año cambiaron oficialmente su nombre a One Click LCA Ltd., para alinearse absolutamente al nombre del negocio. Esta calculadora cumple la norma EN 15978, de evaluación de ciclo de vida aplicable a proyectos de construcción, productos y organizaciones, utili-

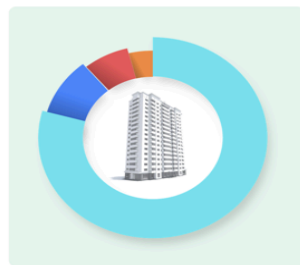
zando declaraciones ambientales de productos (DAP) basadas en las normas ISO 14044 y EN 15804, con el potencial de evaluar diversas categorías de impacto.

Integra datos de casi todas las plataformas DAP disponibles en todo el mundo, e incluso la plataforma también contiene datos de DAP adicionales, que no se publican en ninguna de las bases de datos enumeradas, y permiten que los fabricantes les envíen información relevante de sus productos para ser incluida, aunque no cuenten con la DAP.

La amplia base de datos de DAP mencionada anteriormente, para materiales de construcción, da

la posibilidad de utilizar información genérica para ser aplicada en países que no cuenten con información ajustada a sus contextos, mediante un mecanismo de compensación local que ha sido testeado y aprobado por BRE.

Sus reportes ofrecen la posibilidad de obtener calificaciones para numerosas certificaciones, como BREEAM y LEED, y otras 40 más. Es compatible con diversos formatos de importación de información, desde modelos BIM en formato IFC, modelos energéticos a través de formato gbXML, Revit, Excel; incluyendo la opción de incorporar manualmente los productos o materiales de un listado propio.



TOTAL
2031
ton CO2e

ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATORS

Global warming	2,03E6 kg CO2e
Acidification	6,85E3 kg SO2e
Eutrophication	1,39E3 kg PO4e
Ozone depletion potential	9,82E-2 kg CFC11e
Formation of ozone of lower atmosphere	118E3 kg Ethenee
Non hazardous waste disposed	3,97E5 kg
Biogenic carbon storage	6,79E4 kg CO2e bio

GLOBAL WARMING, KG CO2E BY BUILDING PART

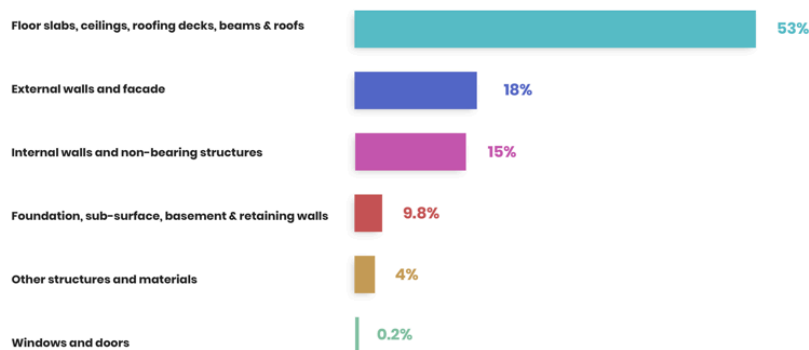


Ilustración 12 - Ejemplo de presentación de resultados One Click LCA. Fuente: <https://www.OneClicklca.com/construction/life-cycle-assessment-software/>



Tally

Tally comenzó a desarrollarse el 2008 (lanzada el 2013) por KT Innovations, motivado por el deseo de aprovechar Revit para entregar información del impacto en el ciclo de vida de materiales de construcción durante el proceso de diseño.

Con un modelo Revit se puede obtener inmediatamente los materiales y sus cantidades, los cuales se incorporan a Tally para el cálculo de su impacto ambiental. La calculadora considera todo el ciclo de vida de un edificio y permite calcular distintos impactos, tales como cambio climático, acidificación, eutrofización, potencial de smog, eutrofización y consumo de combustibles fósiles. También informa sobre el uso de recursos y emisiones al aire, agua y tierra.

formación de smog y demanda primaria de energía.

Está pensada específicamente para Estados Unidos, y aunque se comenta interés de ampliarse a otros mercados, esto aún no se materializa.

La calculadora permite analizar proyectos solos para identificar sus principales puntos críticos, así como comparaciones entre diseños para evaluar cómo cambios en ciertos materiales específicos pueden modificar el impacto total de un edificio. Ejemplos de vistas por etapa del ciclo de vida, categoría Revit y divisiones se presenta en la siguiente ilustración.



Athena IE

Athena Impact Estimator for Buildings (IE4B) es un software gratuito desarrollado por el Athena Sustainable Material Institute (or-

ganización sin fines de lucro dedicada al desarrollo de Análisis de Ciclo de Vida para el sector de la construcción) el año 2000, inicialmente como una hoja de cálculo, y ha sido actualizada desde entonces hasta su forma actual. Es una herramienta diseñada bajo los lineamientos de los estándares ISO 14040/14044 y EN 15804/15978.

El IE4B puede modelar obras construidas a cualquier escala: edificio completo, elementos de construcción, ensamblaje de construcción y productos de construcción y puede ser utilizado para todo tipo de proyectos (residenciales, comerciales e industriales).

Reporta datos de huella para las siguientes categorías de impacto (acorde a la metodología TRACI): potencial de calentamiento global, acidificación, partículas para la salud humana, agotamiento de la capa de ozono, potencial de smog, eutrofización y consumo de combustibles fósiles. También informa sobre el uso de recursos y emisiones al aire, agua y tierra.

La herramienta permite evidenciar el desempeño de las distintas eta-



Ilustración 13 - Ejemplo de presentación de resultados Tally. Fuente: <https://choosetally.com/tutorials/>

pas de un proyecto, componentes dentro de un diseño o comparar entre proyectos, permite a los usuarios cambiar el diseño, sustituir materiales y hacer comparaciones en paralelo para uno o todos los indicadores de impacto ambiental. Ejemplos de los resultados entregados por el software se presentan en la siguiente ilustración.

La cobertura geográfica de la herramienta es Estados Unidos y Canadá, siendo recomendable su utilización para proyectos ubicados en esa área por la especificidad de su base de datos sensible a la región, teniendo en cuenta las tecnologías de fabricación, el transporte y la red eléctrica local.

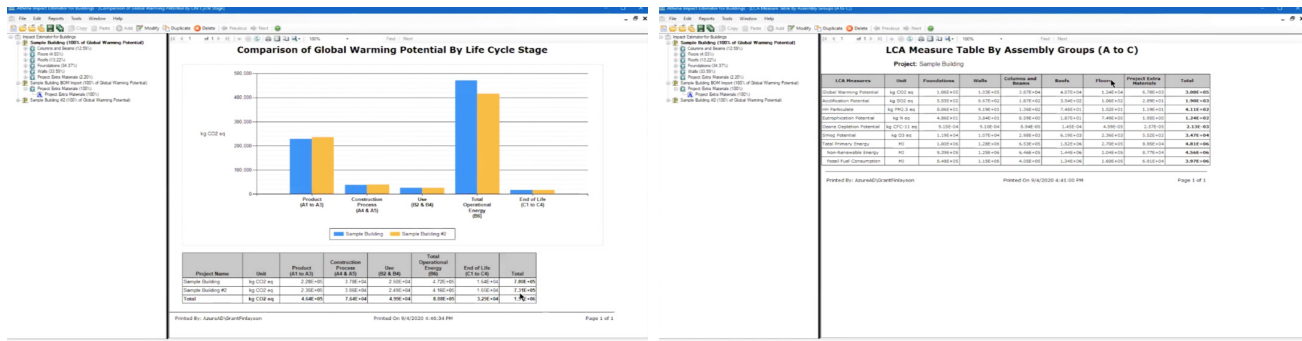


Ilustración 14 - Ejemplo de presentación de resultados en IE4B. Fuente: <https://calculatelca.com/resources/watch-tutorials/impact-estimator-for-buildings-tutorials/>



eTool

eTool fue fundada el 2010 por un equipo consultor australiano. Es una calculadora rigurosa científicamente, que sigue lineamientos de estándares ISO 14044 y EN 15978.

Cuenta con una versión gratuita y online, existiendo además licencias de estudiante, consultor y experto. La versión gratuita puede utilizarse también para fines comerciales, pero se debe pagar una tarifa por proyecto.

Puede ser utilizada para cualquier tipo de proyecto (viviendas pequeñas, edificios residenciales, grandes obras o infraestructura).

Cuenta con distintas categorías de impacto, como huella de carbono, energía, agua, agotamiento de la capa de ozono, entre otras; aunque la versión gratuita sólo permite calcular algunos de estos (incluyendo cambio climático). La calculadora además permite estimar el costo de los distintos proyectos.

Adicionalmente, la calculadora cuenta con un Plugin Revit (disponible para bajar en la tienda de la aplicación Autodesk) que permite conectar

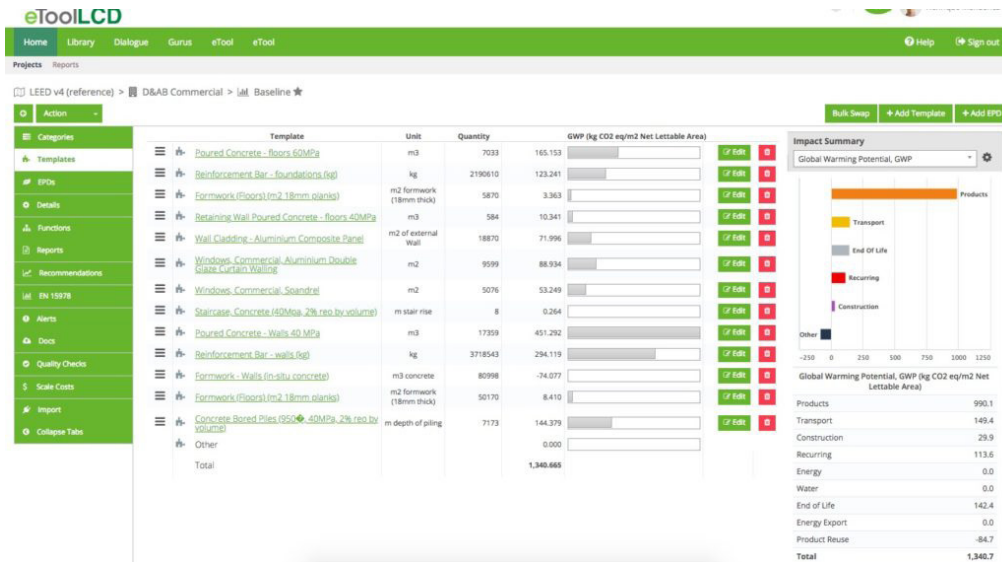


Ilustración 15 - Ejemplo de vistas disponibles en eTool. Fuente: <https://etoolglobal.com/about-etoollcd/>

modelos Revit con un diseño en eTool, simplificando el proceso de modelación de los materiales de un proyecto.

La ilustración a continuación, contiene una vista de los componentes de un edificio y cuánto estos contribuyen al impacto.

SímaPro

Simapro

Simapro es uno de los softwares líderes de ACV, basado en las normas ISO 14040/14044, desarrollado por la empresa holandesa Pré Sustainability en una primera

versión el año 1990. Cuenta con ya más de 30 años de reputación en el mercado siendo utilizado tanto por la industria como por la academia.

Permite analizar el comportamiento de productos, servicios y organizaciones a través de una variedad de aplicaciones que incluyen medir el desempeño ambiental en todas las etapas del ciclo de vida, identificar puntos críticos, realizar declaraciones ambientales de producto, determinar los impactos sociales y económicos asociados, entre otros. Su aplicabilidad incluye todos los sectores de la industria como alimentos, construcción, energía, etc.

Es una herramienta de gran prestigio con una amplia base de datos

incorporada, alto nivel de transparencia, basada en la ciencia y que incluye además una serie de metodologías para el análisis de impactos, entre ellas: ReCiPe Endpoint y Midpoint, EPD 2018, EN 15804, IPCC GWP 100^a, etc.

Está disponible como software de escritorio, con la opción de utilizar módulos basados en la nube. Además, se ofrecen licencias de costo variable tanto para empresas como para fines educacionales según las funcionalidades incorporadas y nivel de usuario.

La ilustración a continuación, contiene una vista de los resultados que pueden ser obtenidos mediante el uso de Simapro.

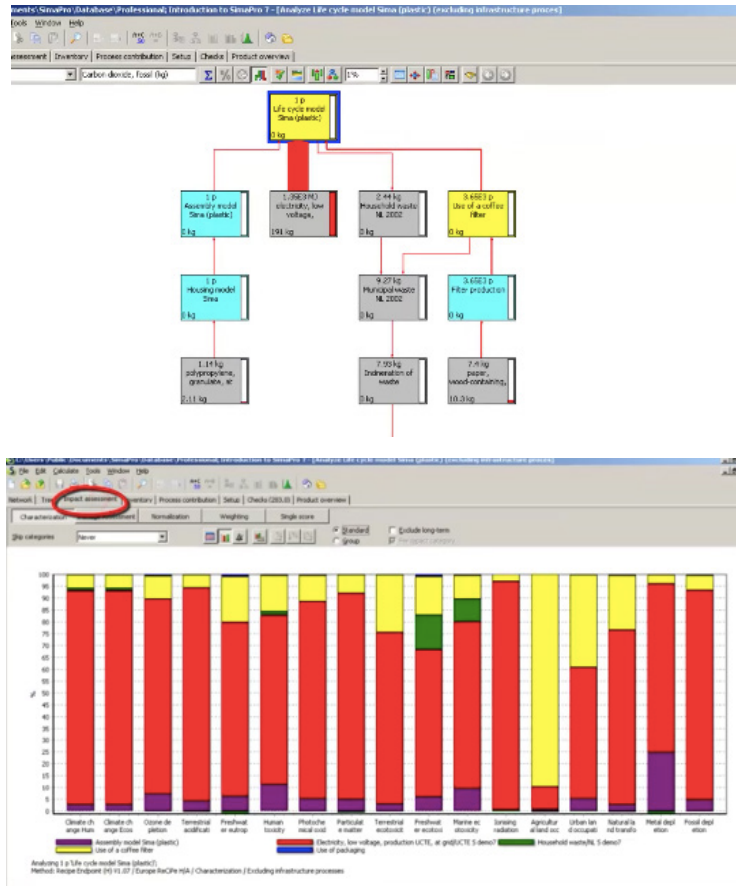


Ilustración 16 - Ejemplo de vistas disponibles en SimaPro. Fuente: https://support.simapro.com/?q=&c=Products%3A-SimaPro%3ASP_Results



EDGE

EDGE es una plataforma web lanzada en 2014, que permite calcular el costo y ahorro en términos de energía, agua, carbono operacional y energía incorporada en materiales de un edificio modelado respecto de uno convencional.

Adicionalmente, EDGE cuenta con una certificación. Para obtener esta certificación, el edificio debe tener una reducción de 20% del consumo de energía y agua y en energía incorporada en materiales respecto de un edificio convencional.

Cuenta con información de distintos países, incluyendo Chile (Santiago, Valparaíso y Antofagasta), como puede apreciarse en la siguiente ilustración.

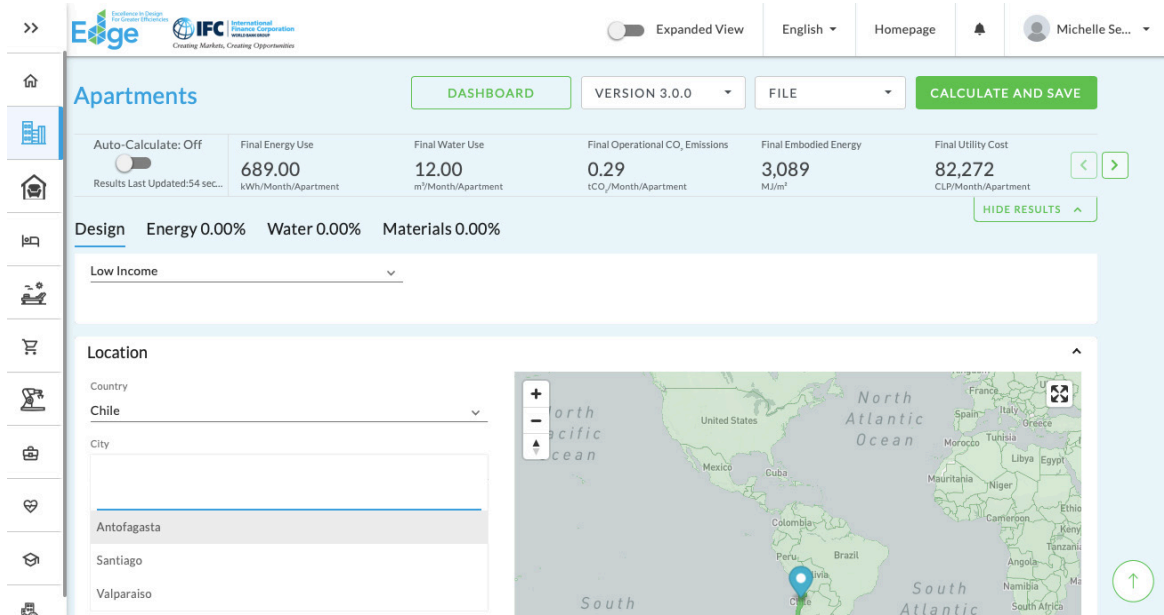


Ilustración 17 - Vista de calculadora EDGE

ÁBACO - CHILE

ACCESO BASES AMBIENTALES Y COSTOS

ÁBACO CHILE

La Herramienta ÁBACO CHILE es una plataforma web de gestión digital, pública, escalable y de libre acceso, en base a un banco de costos e indicadores medioambientales orientado a hacer más eficiente el proceso de postulación, evaluación y seguimiento de proyectos de construcción pública y privada en Chile, desde el punto de vista económico, social y ambiental.

ÁBACO CHILE es un proyecto de Bienes Públicos para la competitividad del sector de la construcción, financiado por INNOVA CORFO y mandatado por el Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Arquitectura (MOP-DA) y el Ministerio de Desarrollo Social (MDS). El inicio del proyecto se remonta noviembre del año 2015 y es desarrollado por el Grupo de Arquitectura y Construcción Sustentable del Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC-UBB, de la Universidad del Bío Bío – Chile y es Co-ejecutado por la Universidad de Sevilla, España a través del Grupo de Investigación ARDITEC.

ÁBACO es el primer banco de datos paramétrico con integración de indicadores de eco-eficiencia (costos y sustentabilidad) para proyectos de construcción en Chile y considera bases de datos dinámicas con clasificación de recursos y actividades, campos para describir especificaciones técnicas y enlazar objetos BIM, parámetros ambientales y costo social, para dimensionar el impacto ambiental desde el diseño a la etapa constructiva de una edificación.

Como plataforma de bases de costos (open access), ÁBACO vinculará de forma integrada, a través de un enfoque de ciclo de vida, los costos



Ilustración 18: Esquema de funcionamiento de la herramienta. Fuente: ÁBACO CHILE

de construcción con indicadores de sustentabilidad para distintas categorías de impacto ambiental, en una primera fase las referidas al costo energético y de emisiones de CO2 (Huella de Carbono), y en fases sucesivas cuantificación directa de generación de residuos y clasificación de los mismos, huella hídrica y huella ecológica entre las más importantes.

ÁBACO CHILE fue creado para ser usado libremente por profesionales de los servicios públicos, academia, empresas privadas, y emprendedores particulares vinculados al sector construcción que deseen acceder y trabajar a través de la herramienta. Sus principales usuarios, en una primera instancia, son los organismos públicos mandantes que vieron en esta propuesta la cobertura de una necesidad relevante para ellos. Asimismo, está disponible para aquellos usuarios oferentes en propuestas públicas, privadas y estudiantes del sector

de la construcción, profesionales del área disciplinar, Centros de Investigación, estudiantes y la academia en general.



RUKARU

Creada por EBP Chile con fondos CORFO el año 2020 nace de la necesidad de crear una herramienta local que administre una base de datos con materiales/productos regionales y permita parametrizar los impactos ambientales del rubro de la Construcción. Esto permitiría crear un servicio que fomente los

procesos de Medición, Reporte y Verificación ligados a las Nationally Determined Contribution (firmados en el Acuerdo de París) y proyectar líneas bases para desarrollar estrategias de mitigación en las distintas etapas del Ciclo de Vida de un edificio, promoviendo el cumplimiento del objetivo de Carbono Neutralidad al 2050.

La concepción de RUKARU se plantea desde un enfoque Cradle to Grave, que incluya cálculos para los diferentes módulos del ciclo de vida de un edificio:

- Módulos del ACV (RICS) incluidos en la evaluación.
- Componentes, vida útil productos (RICS).
- Período de ACV: 60 años (RICS)

El servicio de Evaluación de Huella de Carbono se desarrolla de la siguiente forma:

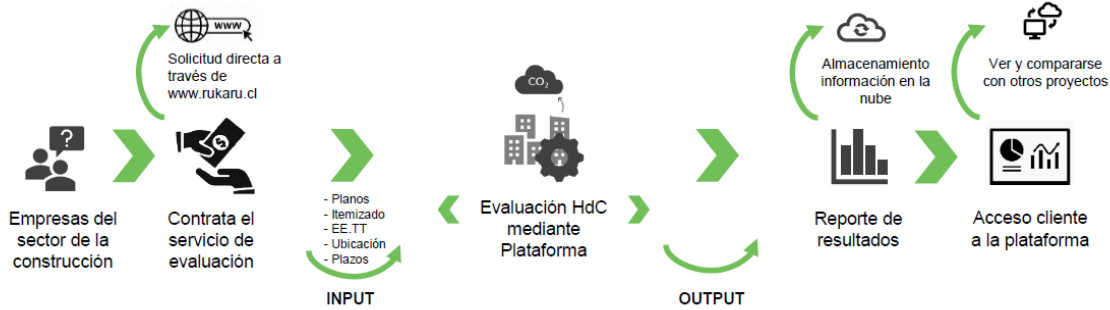


Ilustración 19: Flujo de funcionamiento de la plataforma RUKARU. Fuente: EBP Chile

EPD[®]

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

Importancia de las Declaraciones Ambientales de Producto para el Sector Construcción

Las EPD proporcionan información sobre el desempeño ambiental de los productos y su uso. Ayudan a elegir los materiales de construcción y a proporcionar una base certificada para los materiales utilizados en un trabajo de construcción.

El escenario actual de descarbonización exige una disminución de los impactos ambientales incorporados y operativos de los edificios, donde el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y las EPD que reportan certificadamente los resultados del ACV, juegan un papel crucial en la gestión ambiental, e involucramiento de proveedores en programas de economía circular. Juegan un papel práctico al proporcionar datos validados y representativos para desarrollos de ACV sectoriales y diseño de productos. Facilitan la selección de materiales de construcción, ayudando a los contratistas a cumplir con los requisitos de sustentabilidad de sus clientes y reduciendo el impacto ambiental del edificio a lo largo de su vida útil. Las EPD son relevantes en programas como LEED.



Claudia Peña

Verifier and Technical Committee Member
HUB Latin America International EPD® System

Sistemas de Certificación y Sellos para Edificios con Enfoque en Huella de Carbono

LEED® Zero Carbono

LEED Zero

LEED Zero fomenta un **enfoque holístico** en los espacios, con el objetivo de mejorar la salud y el bienestar de los ocupantes del edificio y el entorno natural, destacando los logros de proyectos ejemplares en áreas que son críticas para el objetivo de alcanzar un futuro regenerativo.

Este sistema proporciona una contabilidad transparente del balance de carbono, observando las emisiones de carbono generadas por el consumo de energía y el transporte de los ocupantes hasta las emisiones de carbono evitadas o compensadas.

Requerimientos

- Proyecto certificado LEED BD+C u O+M - LEED Zero es una certificación COMPLEMENTARIA.
- Proyectos Core and Shell son elegibles sólo si con la ocupación mínima de al menos un 50% de la carga total durante el **período de performance**.
- Enviar 12 meses corridos de datos de rendimiento necesarios para la certificación deseada. Cuando se alcanza un **balance cero**, se envía el proyecto a revisión. El balance cero debe responder a la siguiente ecuación:
- Donde el CARBONO EMITIDO está calculado a partir de la energía entregada (Energía proveniente desde fuera de los límites del proyecto, menos la energía renovable generada y consumida en el sitio) y el transporte de los ocupantes y el CARBONO EVITADO incluye

la energía renovable en el sitio generada y exportada a la red, la adquisición de energía renovable fuera del sitio y la compra de compensaciones de carbono.



Plazo

El proyecto debe lograr un balance de emisiones de carbono equivalente cero durante el período de performance (12 meses corridos).

EDGE Zero Carbon



EDGE Zero Carbon corresponde a uno de los niveles de la Certificación EDGE, administrada por el IFC del Banco Mundial, la cual a través de un software de uso gratuito permite evaluar la reducción de los siguientes aspectos, Agua 20%, Energía 20% y Energía incorporada 20% utilizando una línea base local. Este sistema de certificación no considera un sistema variable de puntaje.

Requerimientos

Certificación EDGE Advanced y un 100 % de energías renovables en el emplazamiento o fuera de este, o compensaciones de emisiones de carbono adquiridas que totalizan el 100 % de reducción de emisiones. Se debe contabilizar toda la energía, incluido el diésel y el gas licuado de petróleo.

Plazo

Al menos un año después de obtener la certificación EDGE definitiva, con el 75 % de ocupación, cuando se deban presentar los datos operativos. Se debe renovar cada cuatro años, con el 100 % de energías renovables, y cada dos años, con la adquisición de créditos de carbono.



Zero Energy Certification

Zero Energy Certification es un programa administrado por el International Living Future Institute, fue creado para permitir que los proyectos demuestren un **funcionamiento cero energía**, donde el proyecto utiliza sólo los **recursos energéticos disponibles localmente**, midiendo solo la energía consumida y producida dentro de los límites del proyecto. No se permite la combustión.

Esta certificación tiene como objetivo:

- Reducir el uso de energía operacional a través de la optimización del diseño, reducción de las demandas térmicas y la selección de productos, equipos y sistemas altamente eficientes.
- Descarbonizar todos los sistemas del edificio mediante la eliminación de la combustión para todos los usos, como calefacción, refrigeración, preparación de alimentos y demandas de proceso.

- Compensar todo el uso de energía asociado con el proyecto a través de la producción de energía renovable.



Requerimientos

Primera auditoría - Recepción final del proyecto: Realizada por una tercera parte, donde se realiza una revisión de las estrategias de reducción de energía y cálculos de generación de energía.

Auditoría final - 12 meses y el 85% de ocupación: Realizada por una tercera parte donde se realiza la comprobación de 12 meses de comportamiento cero energía.

La certificación se basa en el rendimiento real, no modelado.



Zero Carbon Certification

Zero Carbon Certification es un programa administrado por el International Living Future Institute, promueve el diseño de edificios climáticamente positivos y de alto rendimiento, que den cuenta de sus impactos totales del carbono al **reducir y compensar el carbono tanto operativo como incorporado**.

Tiene como objetivo reducir el uso de energía operacional y emisiones de carbono incorporadas asociadas con materiales de construcción y el proceso constructivo, al tiempo que no incorpora combustión en su funcionamiento.

100% de la energía operacional debe compensarse con ERNC en el sitio o fuera del sitio y el 100% de la energía incorporada en materiales de construcción y el proceso constructivo, debe ser divulgada y compensada.

Requerimientos

Carbono Operacional. En un período de funcionamiento de 12 meses, se debe alcanzar:

- Edificios nuevos: Reducción del 25% de la intensidad del uso de energía (EUI) de un edificio nuevo equivalente que cumpliría con ASHRAE 90.1-2010.

- Edificios existentes: Reducción del 30% de EUI de un edificio existente típico de un tipo, tamaño y ubicación equivalentes.

Carbono Incorporado. Las emisiones de carbono incorporado de los materiales primarios (fundaciones, estructura y envolvente) deben reducirse en un 10% en comparación con un edificio de referencia de tamaño, función y rendimiento energético equivalentes.

El carbono incorporado total del proyecto no puede exceder los 500kg CO2e/m2.

100% de los impactos de las emisiones de carbono incorporadas asociadas con la construcción y los materiales del proyecto deben ser divulgados y compensados

mediante el uso de **materiales secuestradores de carbono** en el sitio o por una compra única de compensaciones de carbono.

Etiqueta E+C-



La Etiqueta E+C- (Edificio de Energía Positiva y Edificio de Reducción de Carbono), es un sello de origen francés para evaluar los edificios

con energía positiva y baja huella de carbono.

Certifica tanto la eficiencia energética del edificio como su nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, nivel obtenido mediante un Análisis de su Ciclo de Vida (ACV).

El Análisis de Ciclo de Vida integral, para E+C-, las emisiones del edificio desde su diseño hasta su demolición, las emisiones de los productos de construcción y las emisiones de los equipos del edificio.

Requerimientos

La etiqueta E+C- se estructura de acuerdo a la siguiente ilustración:

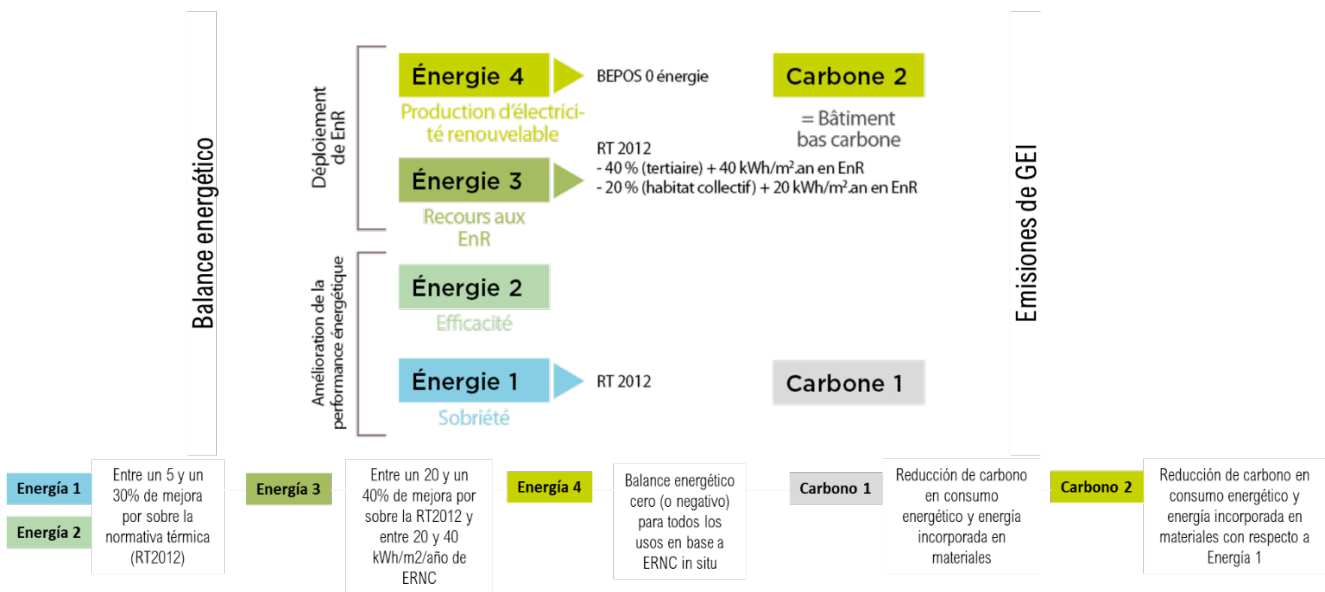


Ilustración 20 - Estructura de la etiqueta. Fuente: Elaboración propia con datos de la Etiqueta E+C-

Climate Active Carbon Neutral Standard for Buildings



El Climate Active Carbon Neutral Standard for Buildings es un estándar desarrollado por el GBC de Australia, en colaboración con el Departamento de Industria, Ciencia, Energía y Recursos del Gobierno de Australia y NABERS, está basado en estándares internacionales adaptados a la realidad local australiana y sus requisitos están respaldados por principios de contabilidad de carbono e integridad de las compensaciones.

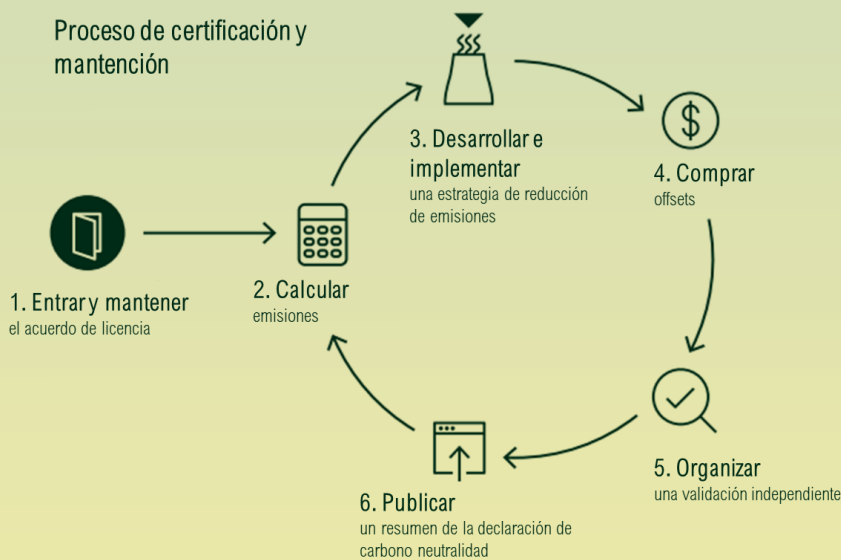


Ilustración 21 - Proceso de certificación y mantención

Es un estándar voluntario y se puede utilizar de varias maneras. En primer lugar, se puede utilizar para comprender y gestionar mejor las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen como resultado de las operaciones de un edificio. En segundo lugar, se puede utilizar como marco para reclamar la neutralidad de carbono. En tercer lugar, puede usarse como un camino para ser certificado como neutral en carbono.

Requerimientos

1. Operaciones de construcción completas neutrales en carbono: Hacer una declaración de carbono neutralidad para un edificio completo, requiere que se midan y compensen las emisiones totales de un edificio. Esto incluye todas las emisiones de los servicios básicos del edificio y las emisiones de los ocupantes y sus operaciones. El Estándar de construcción se puede aplicar a todos los tipos de edificios (no solo las que

son propiedad y están ocupadas por la misma entidad); por ejemplo, oficina comercial edificios, universidades, hoteles, edificios residenciales de unidades múltiples y edificios públicos.

2. Operaciones de construcción neutrales en carbono: Hacer una declaración de carbono neutralidad para edificios base, requiere las emisiones de los servicios básicos del edificio (aire acondicionado, iluminación de zonas comunes y exterior, agua caliente, ascensores, parking o similar) a medir y compensar. La certificación de construcción base no requiere emisiones de inquilinos u ocupantes para ser considerados. Ejemplos de tipos de edificios incluyen edificios comerciales arrendados, instalaciones industriales o edificios residenciales de unidades múltiples.



INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

El desafío de medir, reportar y comunicar

Es evidente que el mayor desafío que enfrentamos hoy es el cambio climático, lo que exige esfuerzos claros y ágiles orientados a establecer y concretar medidas de mitigación y adaptación en todos los sectores. Para ello, Chile ya cuenta con una Estrategia Climática a Largo Plazo (ECLP), que define los lineamientos para transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), donde el sector construcción juega un rol clave.

La estrategia, define metas claras de reducción de emisiones en la edificación nueva y existente, e información de los efectos ambientales de los procesos y productos del sector, entre otros aspectos, por lo que una acción prioritaria para abordar dichas metas es definir líneas bases y contar con una metodología estandarizada que oriente y masifique la cuantificación del carbono de la edificación, a lo largo de todo su ciclo de vida. En este contexto, los estudios plasmados en el presente documento sientan las bases para orientar y relevar, tanto el reporte y transparencia de la información de productos y materiales, como la toma de decisiones asociadas a la definición de una metodología y herramienta de cálculo para la evaluación del carbono en la edificación, a nivel nacional.



Natalia Reyes

Jefa de Sostenibilidad
Centro Tecnológico para la Innovación en la
Construcción CTeC



Declaraciones Ambientales de Producto

Una Declaración Ambiental de Producto, es una etiqueta estandarizada y certificada por terceros, desarrollada para comunicar datos ambientales específicos del producto basados en Análisis de Ciclo de Vida.

El Análisis de Ciclo de Vida de una edificación, puede considerar datos genéricos de la industria o bien, datos específicos de productos proporcionados por el fabricante y verificados de forma independiente a partir de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP). Un estudio encargado por el Operador de Programa, Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) al Instituto Fraunhofer de Física de la Construcción (IBP) examinó si es efectivo y en qué medida, que los resultados del ACV de un edificio son más acertados cuando se utilizan datos de DAPs en comparación con datos genéricos. Como resultado, se llegó a la conclusión que debido a que los datos genéricos se calculan sobre la base de estadísticas generalmente disponibles y otras fuentes de literatura y se ponen a disposición en bases de datos, muchas veces esta información presenta un alto grado de incertidumbre, por el contrario, las DAP se basan en los datos de producción reales de un fabricante o grupo de fabricantes específico y, además, son revisadas por un tercero independiente previo a su publicación. Este estudio (disponible en alemán en el sitio web de IBU) tomó como base un edificio de oficinas de construcción sólida con una vida útil de 50 años.

Asimismo, One Click LCA, recomienda usar datos reales puesto que productos dentro de una misma categoría, pueden diferir

sustancialmente en los impactos ambientales comunicados y en caso de no usar datos verificados como por ejemplo de una DAP, el ACV tratará a un fabricante que utilice materiales con atributos de sustentabilidad, de la misma forma que a otro con materiales vírgenes, equipos convencionales y un suministro de energía a base de combustibles fósiles. Esta decisión perjudica enormemente la precisión del estudio de impactos en el ciclo de vida de una edificación y no alentará a que los proveedores cuantifiquen, gestionen y reporten sus impactos ambientales.

No obstante lo mencionado anteriormente, el uso de Declaraciones Ambientales de Producto para Análisis de Ciclo de Vida puede constituir una brecha, debido a que aún hay poca disponibilidad de materiales de manufactura nacional que cuentan con ecoetiquetado tipo III y a que muchas de las DAP incluyendo las de productos importados no cubren el ciclo de vida completo ya que tienen un enfoque cuna puerta cubriendo solamente la etapa de producto. Adicionalmente, este es un tema aún desconocido en el sector construcción por lo que es de gran importancia avanzar en una primera instancia a levantar y comunicar la disponibilidad de materiales y productos en Chile que cuentan con Declaración Ambiental de Producto de forma de por un lado incentivar el uso de insumos para la construcción que midan, transparenten y certifiquen sus impactos ambientales y por otro, avanzar en distintas iniciativas normativas y financieras que promuevan que fabricantes locales se comprometan con el etiquetado de sus productos

y puedan acceder a este proceso sin que el costo sea un elemento disuasor.

Etiquetados Ambientales

Según lo establecido por la ISO 14.020, las etiquetas ambientales son un conjunto de herramientas voluntarias que tienen como objetivo estimular la demanda de productos y servicios con menores cargas ambientales, ofreciendo información relevante sobre su ciclo de vida para satisfacer requerimientos de información ambiental por parte de los compradores. Si bien existen varios tipos de etiquetas ambientales, solamente algunas son consideradas ecoetiquetas y son aquellas que cumplen con las siguientes características:

- Son voluntarias
- Buscan distinguirse en cuanto a su desempeño ambiental
- Se basan en evidencia científica
- Se basan en consideraciones de ciclo de vida
- Son verificadas por una tercera parte independiente
- Son objetivas

Para facilitar la distinción durante los procesos de selección, especificación y adquisición, entre los distintos tipos de etiquetas, las normas ISO, las han clasificado en tres tipologías:

Las ecoetiquetas Tipo I, normadas por la ISO 14.024, poseen un logo registrado que es otorgado por una autoridad administrativa a las empresas que satisfacen sus criterios. El producto certificado cumple con un determinado estándar, verificado por una tercera parte.



Ilustración 22 - Ecoetiquetas Tipo I

Las etiquetas Tipo II o autodeclaraciones ambientales, de acuerdo a ISO 14021, corresponden a cualquier tipo de declaración ambiental hecha por los productores, importadores, distribuidores o cualquiera que pueda beneficiarse de que un productor manifieste la bondad ambiental de su producto.



Ilustración 23 - Ejemplos de cómo no debe ser comunicada una Etiqueta Tipo II o Autodeclaración

Las ecoetiquetas Tipo III o Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), normadas por la ISO 14.025, facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble del comportamiento ambiental de los productos.



Ilustración 24 - Operadores de programa de Ecoetiquetas Tipo III o Declaraciones Ambientales de Producto

Acerca de las declaraciones ambientales de producto

De acuerdo con el International EPD System, una DAP o EPD es una declaración ambiental certificada elaborada en conformidad con la norma internacional ISO 14025 (Declaraciones Ambientales Tipo III). Se trata de una información ambiental de producto/servicio basada en el análisis de ciclo de vida (ACV) y en otra información relevante, en cumplimiento con la norma. Una declaración ambiental es definida por la norma ISO 14025 como una compilación de datos ambientales cuantificados para un producto bajo las categorías y parámetros especificados en la serie de normas ISO 14040, sin excluir otra información medioambiental.

La norma ISO 14025 establece los principios y especifica los procedimientos para desarrollar programas de declaraciones ambientales Tipo III y declaraciones ambientales Tipo III. Menciona específicamente la utilización de la serie de normas ISO 14040 e ISO 14044, ya que las DAP deben estar basadas en análisis de ciclo de vida y a la vez establecer que deben ser aplicados los principios de la norma ISO 14020.

Una Declaración Ambiental de Producto puede ser creada por el fabricante o por una tercera parte y contiene el resumen del ACV, proveyendo al usuario final la información básica y resultados relevantes, informando en forma transparente los impactos ambientales potenciales del producto o sistema. La verificación de la DAP puede ser conducida por un revisor interno para aquellas B2B y por un revisor externo para aquellas B2C. El operador de programa nombra al verificador y establece procedimientos transparentes de verificación.

Adicionalmente, las DAP deben incluir, cuando sea pertinente, información adicional relacionada

con los asuntos ambientales, que no sea la información derivada del ACV o ICV, por lo que es importante presentar esta información de manera separada e indicar claramente que no es parte de los datos del Análisis de Ciclo de Vida.

Reglas de categoría de producto (RCP)

Las RCP proveen una guía detallada y un conjunto de procedimientos para el análisis de ciclo de vida. El operador de programa es el responsable de su desarrollo, utilizando un protocolo establecido que incluye consulta pública y revisión por un panel de expertos de la industria, tanto en ACV como del producto y su fabricación. Estas reglas se registran bajo el operador de programa.

Bajo estándares internacionales, puede adoptarse una RCP existente o adaptarla según criterios específicos de jurisdicción o bien, en caso de no existir una, desarrollarla de acuerdo con los lineamientos establecidos en ISO 14025. Tanto las RCP nuevas como las adaptadas, deben pasar por el proceso de consulta pública y revisión por el panel.

Las reglas de categoría de producto definen los requisitos para la DAP de una determinada categoría de producto. Son vitales para el concepto de declaraciones ambientales, ya que permiten la transparencia y la comparabilidad entre diferentes DAP, basado en la misma RCP para productos que cumplen la misma función.

Bases de datos

Diferentes organizaciones y empresas han desarrollado bases de datos con información de inventario de ciclo de vida en las últimas décadas. Algunas son de uso gratuito como es el caso de LCDN (Life Cycle Data Network) que es uno de los nodos de la European Platform for Life Cycle Assessment, y existen otras que son la mayoría,

que están sujetas a una licencia comercial (como Ecoinvent, GaBi, IVAM, INIES, etc.).

Todas estas bases de datos recogen información sobre las entradas y salidas de diferentes procesos. En el caso de Ecoinvent, se puede obtener información detallada a nivel de procesos unitarios, mientras que por ejemplo en el caso de GaBi, la información se obtiene a nivel de flujos elementales para salvaguardar la confidencialidad de aquellas empresas que han suministrado la información.

A medida que crece el número de Declaraciones Ambientales de Producto publicadas y que se extienden a nuevas tipologías de productos y procesos constructivos, se incrementa la posibilidad de que puedan convertirse en una alternativa a estas bases de datos ya que, a diferencia de estas, las DAP contienen información cuantitativa a nivel de impacto ambiental del producto. Programas informáticos como One Click LCA, se alimentan directamente de la información contenida en estas ecoetiquetas para desarrollar estudios de ACV de edificios.

Si bien el uso de bases de datos y declaraciones ambientales permite desarrollar una parte del inventario de ciclo de vida del estudio de ACV, siempre se necesitará recopilar datos específicos de proveedores y del comportamiento del edificio en las distintas fases.

La dificultad en la recopilación de información para el inventario, no se relaciona con la dificultad en encontrar y acceder a bases de datos, sino en cerciorarse de que la información contenida es representativa de nuestro mercado. Las Declaraciones Ambientales de Producto proporcionan la certeza de que estamos usando información fiable verificada de un producto específico que usaremos en nuestro edificio.

Análisis Ciclo de Vida

Una vez definida la RCP que se utilizará o desarrollada una nue-

va, se deberá completar o modificar el ACV para cumplir con las reglas de categoría de producto. Según lo definido por la(s) normas SO correspondiente(s), el ACV es la compilación y evaluación de entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales, de un producto o sistema a lo largo de su ciclo de vida. Se define como obligatoria la verificación del ACV que será la base para el desarrollo de DAP Business to Customer (B2C); sin embargo, la RCP puede establecer una revisión para DAP Business to Business (B2B). La revisión crítica del ACV deberá incluir un panel de expertos de tres a cinco profesionales expertos, tanto en ACV como en el producto y su fabricación, y su objetivo es ver posibles errores cometidos u opciones metodológicas alternativas.

La clasificación de un Análisis de Ciclo de Vida depende del objetivo de este y en base a eso, también se definirá el nivel de detalle y las etapas del proceso. En términos generales, existen 3 tipos de ACV:

- **Conceptual:** Se trata de un estudio cualitativo para identificar los potenciales impactos más significativos, los puntos más críticos, por lo que los datos utilizados son muy generales, pero sí permiten saber las etapas más significativas de todo el ciclo de vida.
- **Simplificado:** Este análisis toma solo en consideración datos genéricos y abarca el Ciclo de Vida de manera superficial, seguido de una simplificación, donde se centra en las etapas más importantes, y un análisis de fiabilidad de los resultados.
- **Completo:** Consiste en un análisis en detalle a nivel cualitativo y cuantitativo, teniendo en cuenta todas las etapas y todos los datos disponibles.

Verificación independiente y registro de la DAP

Verificación

La verificación, es la confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva, de que se han cumplido los requisitos especificados (ISO 14025). Una vez verificada, la declaración puede ser registrada e ingresada a un repositorio público. De acuerdo a ISO 14025, al desarrollar una Declaración Ambiental de Producto, las reglas de verificación se deben establecer de acuerdo con esta misma norma y con ISO 14020 y la serie ISO 14040.

Aunque los datos se deben verificar de manera independiente, ya sea de manera interna o externa, esto puede significar aunque no necesariamente una verificación de tercera parte. En consecuencia, el uso de la verificación de tercera parte como paso final es una decisión del operador del programa.

Los verificadores independientes, sean internos o externos a la organización, no deben estar involucrados en la ejecución de la ECV o en el desarrollo de la declaración y no deben tener conflictos de intereses producto de su cargo en la organización.

La verificación que se requiere en la ISO 14025 para declaraciones ambientales Tipo III, debe ser realizada por una tercera parte competente. Cuando el público previsto para la DAP es un consumidor (B2C), la declaración debe establecer claramente detalles de que la verificación fue realizada por una tercera parte con las competencias establecidas por el operador de programas.

Los sistemas de certificación Internacionales como es el caso de LEED, requieren que las DAP sean específicas (aquellas genéricas de la industria pesan menos en la ponderación) y que cuenten con una verificación externa independiente.

Registro

Una vez verificada, la DAP puede ser registrada e ingresada a un repositorio público. El operador de programa debe asegurar una serie de principios durante el proceso de desarrollo de las declaraciones como por ejemplo:

- Garantizar que las DAP sean comparables para los usuarios.
- La verificación independiente del ACV en el cual está basada la DAP y de la declaración ambiental misma. Por ejemplo, el operador de programa International EPD System, que cuenta con HUB en Latinoamérica (administrado por México y Chile) requiere lo siguiente para el registro de una Declaración Ambiental de Producto:
 - DAP en formato PDF. La declaración verificada se puede proporcionar en uno o varios idiomas, y en varias versiones formateadas para computadoras de escritorio o uso móvil. Si la DAP no está disponible en inglés, deberá contener un resumen ejecutivo en inglés que incluya el contenido principal.
 - DAP en formato XML legible por máquina (voluntario).
 - Informe de verificación en inglés proporcionado por un verificador individual y / o certificado de certificación de proceso EPD.
 - Descripción del producto en inglés.
 - Imagen del producto o servicio declarado.
 - Lista de productos incluidos en la DAP (si aplica y es relevante).
 - Logotipo de la empresa (solo es necesario en el caso del primer registro).

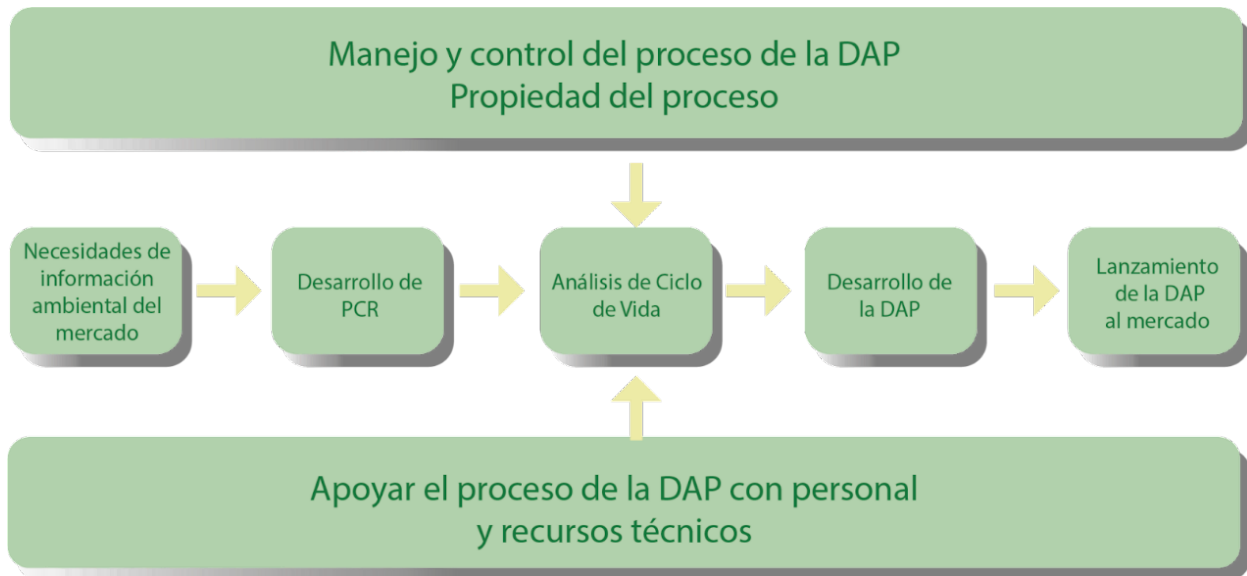


Ilustración 26 - Proceso de la DAP. Fuente: The International EPD System

Comunicación y comparación de DAP

Las DAP tienen como finalidad permitir a un comprador o usuario comparar el desempeño ambiental de productos basándose en información cuantitativa de ciclo de vida. Por lo tanto, la posibilidad de que las declaraciones ambientales Tipo III sean comparables es fundamental.

Las Declaraciones Ambientales de Producto son comparables cuando se cumplen con las condiciones indicadas en la sección 6.7.2 de la ISO 14025, algunas de las cuales son las siguientes:

- Haber utilizado una misma RCP.
- Unidad funcional idéntica, límite del sistema y descripción de datos equivalente, criterios idénticos para inclusión de entradas y salidas, unidades idénticas.
- Métodos de recopilación de datos equivalentes, procedimientos de cálculo idénticos, asignación de flujos de materiales y energía y emisiones sea equivalente, selección de

- categorías de impacto y reglas de cálculo idénticas.
- Periodo de validez equivalente.
- Materiales y sustancias que se declaran equivalentes.

Aquellas Declaraciones Ambientales de Producto, previstas para la comunicación B2C deben estar disponibles para el consumidor en el lugar de compra.

En la web del International EPD System, se puede encontrar información acerca de cómo usar las declaraciones ambientales de producto en 3 escenarios distintos de aplicación:

- Comunicación B2B
- Comunicación B2C
- Edificación e Infraestructura Sustentable

Operadores de programa

Los operadores de programa son organizaciones que supervisan y administran el proceso completo de desarrollo de una DAP.

Este asegurar una serie de principios durante el proceso de desa-

rollo de las DAP, entre las cuales se encuentran:

- Asegurar que el proceso incluya una consulta abierta y participativa de las partes interesadas en las reglas generales del programa y las RCP consideradas, y velar además por su credibilidad y transparencia.
- Garantizar que las DAP sean comparables para los usuarios.
- La verificación independiente del ACV en el cual está basada la DAP y de la declaración ambiental misma.

Además, el operador de programa tiene una serie de responsabilidades tales como publicar los nombres de las organizaciones involucradas como partes interesadas, publicar las RCP y DAP del programa, realizar seguimiento de los cambios en los procedimientos y documentos de los programas correspondientes y establecer un procedimiento transparente para el desarrollo y revisión de las RCP, entre otros.

ECO Plataform



ECO Platform es una Asociación Europea formada por Administradores de Programas de verificación de DAP, asociaciones industriales y expertos en análisis de ciclo de vida, que garantiza la calidad y conformidad de las Declaraciones ambientales de productos de construcción respecto a la Norma EN 15804.

El objetivo principal de la Asociación es promover y contribuir al desarrollo sostenible, una economía baja en carbono y la eficiencia de los recursos en el sector de la construcción, coordinando el desarrollo y la provisión de datos creíbles y científicamente correctos de los productos.

La plataforma ECO tiene como objetivo la integración de las evaluaciones del ciclo de vida (LCA) para edificios y proyectos de infraestructura mediante la provisión de datos de productos confiables de una manera asequible y efectiva.

Se prefieren los datos de productos específicos en forma de información ambiental verificada de productos de construcción, en particular las declaraciones de tipo III llamadas DAP (Declaraciones ambientales de producto o EPD por sus siglas en inglés) como entrada de datos para el Análisis de Ciclo de Vida de edificación y construcción. El objetivo es establecer una red de datos digitales internacional abierta para los datos de LCA de edificación y construcción.

The International EPD System



Programa global de publicación de DAP que cumplen con ISO 14025 y EN 15804, es el primer operador de programa y el con más larga existencia en el mundo, fundado en 1998 por la Agencia Sueca de Protección Ambiental.

El alcance del programa incluye cualquier tipo de producto de cualquier organización en cualquier país del mundo donde exista una demanda del mercado para comunicar su información ambiental basada en el ciclo de vida.

Las DAP se publican mediante el cobro de una tarifa comercial, donde adicionalmente, el operador ofrece servicios complementarios de comunicación ambiental, como, las declaraciones de huella de carbono (CFP) de acuerdo con ISO 14067, registros de DAP de ECO Platform y conjuntos de datos digitales/legibles para su uso en soluciones de software de terceros.

The International EPD System tiene una red de servicio global (licenciatarios independientes) con representaciones exclusivas en los siguientes territorios: Argentina, Australia, Bangladesh, Brasil, Chile, Egipto, India, México, Nueva Zelanda, Rusia, Sudeste de Asia (Indonesia, Malasia, Filipinas, Singapur y Vietnam) y Turquía.

Base de datos de The International EPD System: <https://www.environmental-product-declaration-epds.com/library>

UL Environment

UL es una empresa dedicada a la certificación de seguridad global

con sede en EEUU y mantiene oficinas en 46 países. Establecida en 1894, fue conocida a lo largo del siglo XX como "Underwriters Laboratories" y participó en el análisis de seguridad de muchas de las nuevas tecnologías de la época.



UL produjo el primer PCR global, con amplia experiencia en su desarrollo. Adicionalmente a la DAP, UL entrega un "Resumen de Transparencia", documento que ayuda a revisar rápidamente el contenido de la DAP y utilizar el producto declarado en los proyectos.

Con más de un siglo de experiencia confiable en certificación de productos, UL cuenta con el respaldo de la investigación y verificación a fondo para cumplir con los criterios científicos establecidos por la norma ISO 14025.

Base de datos de UL Environment: <https://www.ul.com/services/environmental-product-declaration-epds>

Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

Asociación alemana de fabricantes de productos de construcción, la cual puso en marcha un programa internacional de DAP. Uno de los compromisos de IBU está en la demostración de las características de sostenibilidad de los productos de forma reconocida y estandarizada internacionalmente para la certificación de sostenibilidad de edificios. En sus más de 30 años de trabajo, las DAP de IBU han esta-



blecido un estándar en la industria, basado en los requerimientos de las normas ISO 14025 y EN 15804.



Base de datos de Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU): <https://ibu-epd.com/en/published-epds/>

DAPcons®

Programa creado por el Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Barcelona (CAATEEB), asociación gremial cuya misión es representar y ordenar el ejercicio de la profesión de aparejador, arquitecto técnico e ingeniero de edificación para conseguir su promoción técnica, social y económica y proyectar su función social.



DAPcons fue creado el año 2008 como el primer programa español de DAP, específico de productos de la construcción, que aglutina empresas fabricantes de productos y materiales de construcción que tienen un compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente, y desean avanzar en el análisis de los impactos medioambientales de sus productos, siguiendo las directrices europeas y regulado por las normas ISO 14025 y 15804.

Base de datos de DAPcons: https://www.csostenible.net/dap-cons/productes_registrats

PEP Ecopassport

El programa PEP (Product Environmental Profile) Ecopassport, creado por la asociación de origen francés P.E.P. Association, el cual desarrolla DAP sobre productos eléctricos, electrónicos y HVAC (calefacción, ventilación, aire acondicionado,

refrigeración), reconocidas como el referente de buenas prácticas en términos de comunicación ambiental para este tipo de productos, desarrolladas en concordancia a la norma ISO 14025.



Base de datos de PEP Ecopassport: <http://www.pep-ecopassport.org/find-a-pep/>

Los operadores de programa anteriormente individualizados son aquellos que agrupan la mayor cantidad de Declaraciones Ambientales de Producto para el sector construcción. De acuerdo a la información levantada en relación a materiales, productos y soluciones constructivas que cuentan con DAP vigente en Chile, UL Environment, International EPD System y DAPcons son los administradores que concentran el mayor número de declaraciones para materiales, productos y soluciones constructivas disponibles en el mercado nacional.



Pioneros en la industria: Aceros AZA transparenta desde hace más de una década el desempeño ambiental de sus productos

Promover la sustentabilidad y la economía circular en la industria de la construcción es una tarea que requiere el compromiso de todos. Es por eso que, en Aceros AZA, como proveedor de una materia prima fundamental, decidimos ser en una empresa pionera en Chile al desarrollar nuestro primer Análisis de Ciclo de Vida de Producto (ACV), que luego transparentamos a través de una Declaración Ambiental de Producto (DAP), al mismo tiempo en que medimos y comunicamos nuestra huella de carbono. Lo anterior ha sido un esfuerzo no menor, ya que somos capaces de garantizar que nuestros productos cuentan con atributos diferenciadores que aportan significativamente a la construcción de un Chile más sostenible.

No podemos desconocer que la industria es una de las grandes emisoras de gases de efecto invernadero en el mundo, razón por la cual transparentar la información -en esta línea- no solo entrega cifras relevantes al consumidor final al momento de decidir por un producto u otro, sino que nos ayuda a nosotros mismos a desarrollar mejoras en los procesos desde el punto de vista de la ecoeficiencia.

Pese a nuestros avances, el camino es largo y requiere de un compromiso firme, ya que nuestra meta es llegar a cero emisiones para el 2050. Incorporar de lleno la economía circular, darle más espacio al reciclaje y promover la revalorización de coproductos, es un desafío multidimensional al que debemos dar prioridad.



Sandra Arzola
Jefa de Marketing
Aceros AZA

Edificio Residencial “Goycolea 100”³³

Licitación Pública ID 587-36-LE21
Estudio de Piloto Cálculo de Huella de CO₂ – Residencial. Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción CTeC, Edge Environment y Chile Green Building Council

Alcance del estudio

El alcance general del estudio consiste en realizar una evaluación de

distintas metodologías y softwares para cuantificación de emisiones de carbono tanto incorporadas como operacionales desde la cuna a la tumba y análisis de escenarios para visualizar los impactos resultantes, de una edificación del tipo residencial, siendo el elegido para esta licitación, el proyecto “Goycolea 100” de Inmobiliaria Tarragona, ubicado en la Comuna de La Cisterna en Santiago, precertificado CVS al momento del desarrollo de este estudio.

Asimismo, se realiza un diagnóstico comparativo de sistemas de certificación internacionales Net Zero y se llevó a cabo un levantamiento del estado del arte de Declaraciones Ambientales de Producto de aquellos materiales y soluciones para construcción disponible en Chile, tanto de manufactura local como importadas. Adicionalmente, el edificio en estudio se evalúa utilizando la App de la Certificación Internacional EDGE del IFC del banco Mundial.

Evaluación del ciclo de carbono completo en pilotos



Ilustración 27 - Render representativo del proyecto y sus características sustentables. Fuente. Inmobiliaria Tarragon

Antecedentes del Edificio

El caso de estudio seleccionado para el cálculo de huella de carbono corresponde al edificio residencial "Goycolea 100", ubicado en Av. Goycolea n° 88/94-104 y 120, comuna de La Cisterna, Santiago. El edificio contempla 14 pisos sobre nivel de terreno y 130 unidades de vivienda. A continuación, se presentan algunos antecedentes generales asociados a su ficha de registro como primer proyecto precertificado, bajo el sistema de Certificación de Vivienda Sustentable (CVS):

- Región: Metropolitana
- Comuna: La Cisterna
- Ciudad: Santiago
- Dirección: Goycolea 100
- Cantidad de viviendas: 130 departamentos
- Superficie construida: 5.089m²
- Superficie de terreno: 1722,71 m²
- Mandante: Tarragona
- Arquitecto: Juan Eduardo García Villane
- Constructora: Dimar
- Asesor: Gonzalo Mut, Pasiva
- Fecha de Precertificación CVS: 6/04/2020
- Fecha de la certificación CVS: No aplica

- Financiamiento: Proyecto Privado
- Zona térmica: D

El edificio considera varias estrategias de sustentabilidad, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes: una envolvente de alto desempeño energético, fundamentada en muros exteriores con aislación con base en paneles del tipo EIFS de 30 mm de espesor; ventanas con marco de PVC y cristales de baja emisividad, junto con una cubierta con aislación de espuma de poliuretano de 100 mm. Lo anterior, ha permitido reducir la demanda de energía promedio de las viviendas considerablemente.

Adicionalmente, una porción de su consumo energético proviene de fuentes de energía renovable, lo que fomenta la generación distribuida y el autoabastecimiento. Asimismo, incorpora paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria y fotovoltaicos para generación de energía eléctrica, que cubren, al menos, el 5% de la energía del edificio.

Respecto a las particiones interiores estas consideran una estructura de Volcometal de 90 mm, con revestimiento de placa de Volcanita (yeso cartón) de 15 mm por ambas caras. Interiormente, todos los tabiques llevarán aislación de lana mineral en colchonetas de 50 mm

de espesor. Los shaft son construidos mediante sistema Volcometal F-120. Las tabiquerías de bodegas en subterráneo se contemplan en Volcometal espesor terminado 70 mm y revestidos con planchas de yeso cartón 15 mm.

La información del edificio ha sido provista por Inmobiliaria Tarragona, consistiendo en el Presupuesto de obra, las Especificaciones Técnicas, Planimetría y la Precalificación energética de acuerdo con el Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile. El proyecto no cuenta con modelo BIM y dado que el edificio aún se encuentra en construcción cual toda la información utilizada corresponde expresamente a la etapa de diseño.

Resultados según Metodología Whole Life Carbon Assessment for the Built Environment (RICS)

Simapro

De acuerdo con toda la información mencionada anteriormente, el impacto total del carbono en el ciclo de vida completo del edificio Goycolea 100 es 5.400 tCO₂e, lo que corresponde a aproximadamente 826.8 kg de CO₂e/m² (superficie interna bruta).

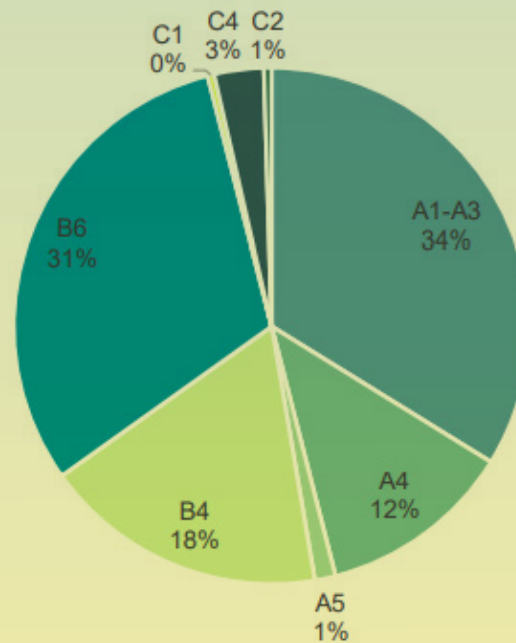


Ilustración 28 - RICS- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por etapa del ciclo de vida. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

En términos de distribución de este impacto por etapa del ciclo de vida, en la siguiente ilustración puede apreciarse que los materiales (A1-A3) representan el principal impacto del edificio, con un 34% del total. Le siguen en importancia la energía operativa (B6) con un 31% y los reemplazos (B4) con 18%. El transporte de materiales a obras representa un 12% del total del impacto, el que, aunque co-

rresponde sólo a un cuarto lugar sigue siendo un valor no despreciable. Es relevante recordar que parte importante de dicho cálculo está realizado en base a supuestos de distancia, por lo tanto, es muy importante mejorar esos números.

Por otro lado, en términos de grupos de elementos del edificio, el principal impacto está dado por la superestructura, con un 70% del

total, como puede apreciarse en la ilustración a continuación. Le siguen en relevancia las terminaciones, con un 22%. La ilustración incluye el impacto de todas las etapas del ciclo de vida del edificio, lo que en parte ayuda a explicar el relevante impacto de las terminaciones, considerando que estos elementos son los de menor vida útil y su reemplazo está incluido en el impacto de B4.

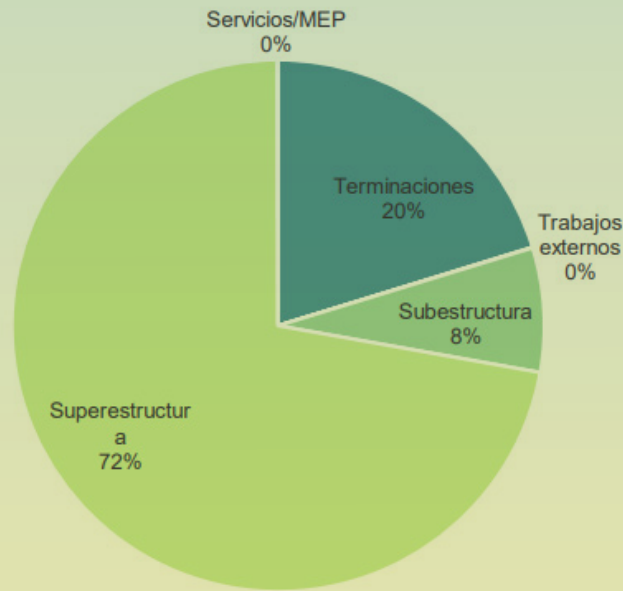


Ilustración 29 - RICS- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por grupo de elemento del edificio. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

Adicionalmente, la siguiente ilustración presenta el carbono operacional con respecto al carbono incorporado, mostrando que un 31% del impacto proviene de carbono operacional, mientras que 69% es carbono incorporado.



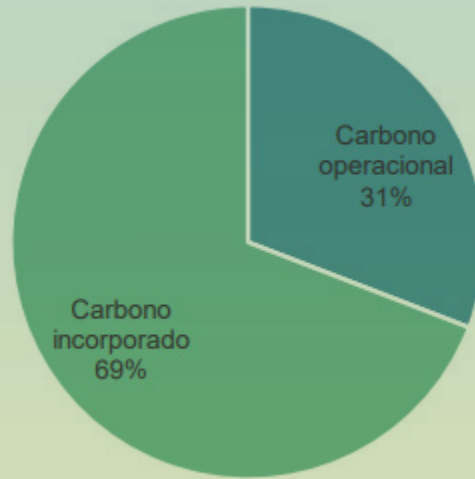


Ilustración 30 - RICS- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por carbono operacional y carbono incorporado. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

En términos de materiales, considerando sólo la etapa de producto [A1-A3], el hormigón registra los principales impactos, con un 54% del total, seguido por acero armado (11%), puertas (10%) y ventanas (9%).

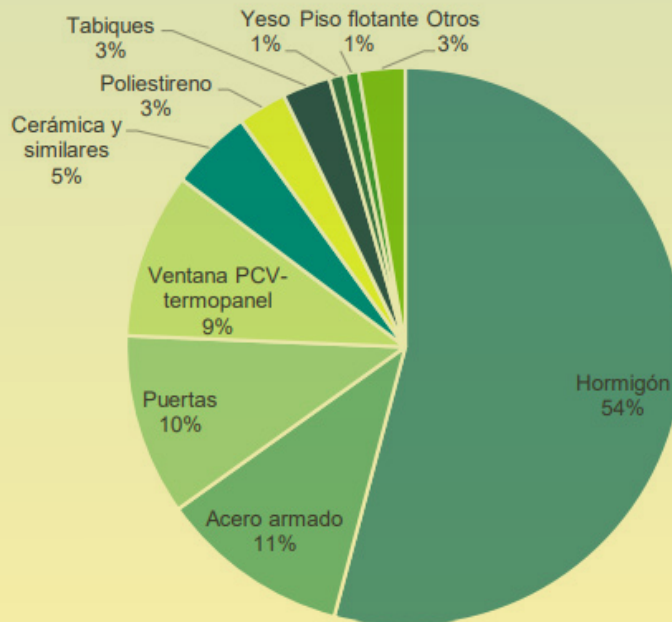


Ilustración 31 - RICS- Evaluación de carbono módulo A1-A3 por tipo de material. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

One Click LCA

Teniendo en cuenta los supuestos, consideraciones e información de ingreso a la herramienta, el impacto total del carbono en el ciclo de vida completo del edificio Goycolea 100 calculado es de 7.144 tCO₂e, lo que corresponde a 1.094 kg de CO₂e/m² (superficie interna bruta) como se indica en el reporte automático generado por el software, en la siguiente ilustración.

Net Zero Carbon [Descargar resumen de resultados](#)

Módulo	Carbon emissions kg CO ₂ e	Biogenic carbon kg CO ₂ e bio	Carbon savings from materials reuse kg CO ₂ e	Carbon savings from exported energy kg CO ₂ e	Carbon offsets kg CO ₂ e	Net Carbon kg CO ₂ e
A1-A5 Upfront carbon	2,602,013	-353,851	-28,090			2,220,072 Detalles
B1-B7 Operating carbon	4,450,118		-265,036			4,185,081 Detalles
C-D End of life	92,055	353,851	-298,494			147,412 Detalles
Total	7,144,186	0	-591,621			6,552,566
Resultados por denominador						
Por área de superficie interna bruta (IPMS/RICS) 6530.77 m ²	1,094	0	-91			1,003

Ilustración 32 - Tabla con resultado de emisiones aplicando metodología RICS. Fuente: Reporte automático software One Click LCA

Adicionalmente, el software genera un análisis comparativo de carbono incorporado de acuerdo a las emisiones de cuna a tumba y gráfico de carbono incorporado por etapa de ciclo de vida como se visualiza en la siguiente ilustración



Ilustración 33 - RICS- Análisis comparativo y carbono incorporado por etapa del ciclo de vida. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

En términos de distribución del impacto por etapa del ciclo de vida, en la siguiente ilustración puede apreciarse que el principal impacto está dado por la energía operativa (B6) con un 37,6% de la contribución. Le siguen en importancia los materiales (A1-A3) con un 27% del impacto y finalmente los reemplazos (B4) con un 24,3% de contribución. Es sumamente relevante mencionar, que la energía operativa fue calculada en base a los datos entregados por la consultora previo a la certificación, con datos de emisión locales de la matriz chilena, sin embargo, en la información del software se indica datos de matriz año 2018, sin la posibilidad de ajustarlos, siendo el factor alrededor de un 40% mayor que el correspondiente a la matriz 2020.

Carbon emissions kg CO₂e - Etapas de ciclo de vida

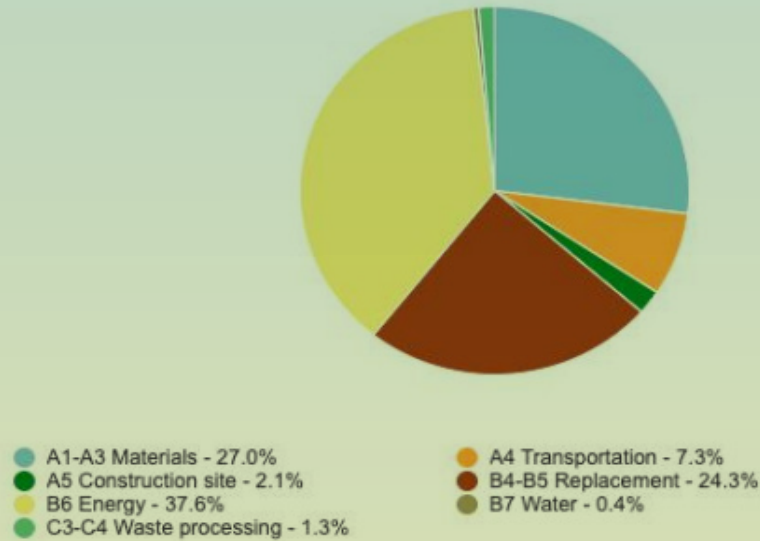


Ilustración 34 - RICS- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por etapa Fuente: Reporte automático One Click LCA

La siguiente ilustración agrupa los resultados en carbono incorporado y carbono operacional, representando un total de 62% versus 38% respectivamente:

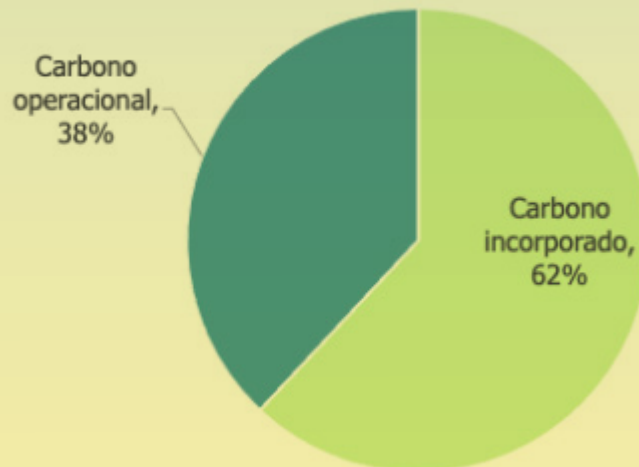


Ilustración 35 - RICS- Carbono incorporado y Carbono Operacional Proyecto Goycolea 100. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en términos de clasificaciones de materiales (según las categorías de One Click), el principal contribuyente a las emisiones corresponde a las terminaciones y revestimientos con un 37,7% (expresado como Acabados

en el software), seguido de losas, techos, cubiertas y vigas con un 25,2% y en tercer lugar, los Muros exteriores y fachada con un 13,5% del impacto como se indica en la siguiente ilustración.



Ilustración 36 - RICS- Emisiones de carbono por clasificaciones. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

Agrupando estas categorías según la clasificación Subestructura, Superestructura, Terminaciones, Trabajos externos y Servicios/MEP, el principal impacto está dado por la superestructura, con un 56% del impacto, como puede apreciarse en la siguiente ilustración. Le siguen en relevancia las terminaciones, con un 38% y subestructura con un 6%. La ilustración incluye el impacto de todas las etapas del ciclo de vida del edificio, lo que en parte ayuda a explicar el relevante impacto de las terminaciones, considerando su baja vida útil y reemplazo contabilizado en el impacto de la etapa B4.

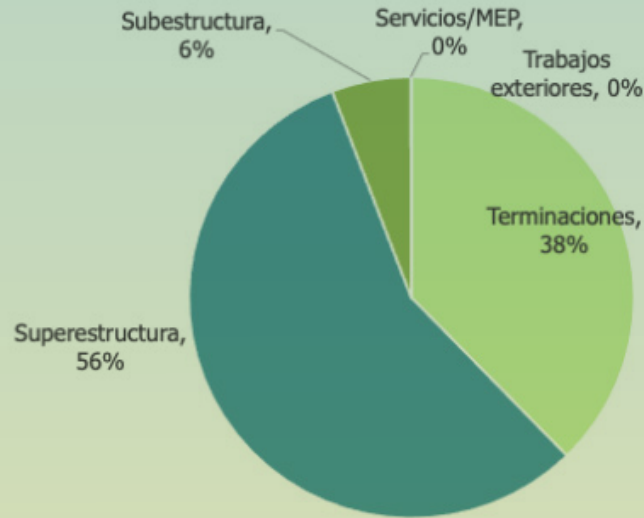


Ilustración 37 - - RICS- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por grupo de elemento del edificio. Fuente: Elaboración propia en base a software One Click LCA

Adicionalmente, el software entrega información sobre los materiales más influyentes sobre la huella de carbono considerando las etapas A1-A3 como se ve en la siguiente ilustración, siendo el hormigón el mayor contribuyente a la huella con un 51% seguido del acero para armado con un 10%.

▼ Más influyente materiales (Net Carbon)		
No.	Recurso	Impactos de cuna a puerta (A1-A3)
1.	Ready-mix concrete	989 toneladas CO ₂ e
2.	Reinforcement steel bars from ferrous scrap	202 toneladas CO ₂ e
3.	Stucco	111 toneladas CO ₂ e
4.	Window with insulated double glazing and PVC-U frame	98 toneladas CO ₂ e
5.	Ceramic tile, US average	88 toneladas CO ₂ e
6.	Gypsum plasterboard	60 toneladas CO ₂ e
7.	Extruded polystyrene (XPS)	49 toneladas CO ₂ e
8.	Galvanized steel joists for drywall	38 toneladas CO ₂ e
9.	Flooring, vinyl flooring, PVC-based	18 toneladas CO ₂ e

Ilustración 38 - RICS- Materiales más influyentes en la Huella de Carbono. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

Dada la licencia gratuita con la que fue modelado el proyecto, no fue posible generar el desglose necesario para reportar de acuerdo con los requerimientos de la metodología RICS. Sin embargo, la opción de reportes automáticos acorde a ella está disponible para licencias en modalidad de pago.

Resultados según Metodología “Life Cycle Assessment of Buildings” de The Carbon Leadership Forum (CLF)

Simapro

En términos de metodología, la única diferencia en los cálculos entre CLF y Simapro es en la vida útil de los materiales, ya que CLF presenta un mayor desglose en los valores, permitiendo valores más específicos en el cálculo. De todas formas los resultados son similares, con un impacto total 7005 tCO₂e, lo que corresponde a 1073 kg de CO₂e/m² (superficie interna bruta). Estos números son 8% más altos que lo registrado por RICS.

En términos de distribución de este impacto por etapa del ciclo de vida, en la siguiente ilustración puede apreciarse que los materiales (A1-A3) representan el principal impacto del edificio, con un 34% del total. Le siguen en importancia la energía operativa (31%) y los reemplazos con un 16%. El transporte de materiales a obras representa un 12% del total del impacto, el que aunque corresponde sólo a un cuarto lugar sigue siendo un valor no despreciable. Es relevante recordar que parte importante de dicho cálculo está realizado en base a supuestos de distancia, por lo tanto es muy importante mejorar esos números.

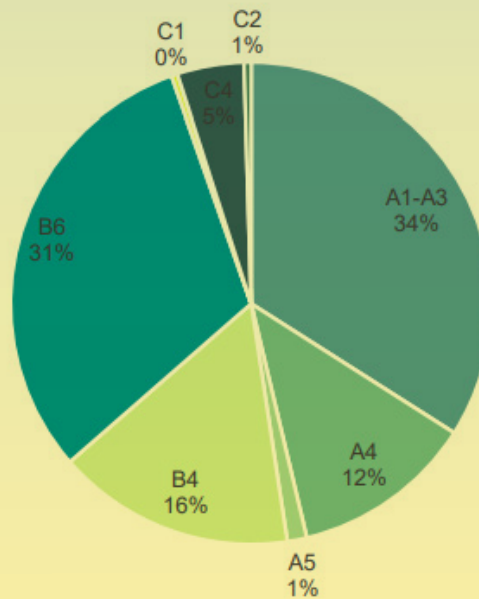


Ilustración 39 - CLF- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por etapa del ciclo de vida.
Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

Por otro lado, en términos de grupos de elementos del edificio, el principal impacto está dado por la superestructura, con un 82% del total, como puede apreciarse en la siguiente ilustración. Le siguen en relevancia las terminaciones, con un 10%, y la subestructura con 8%.

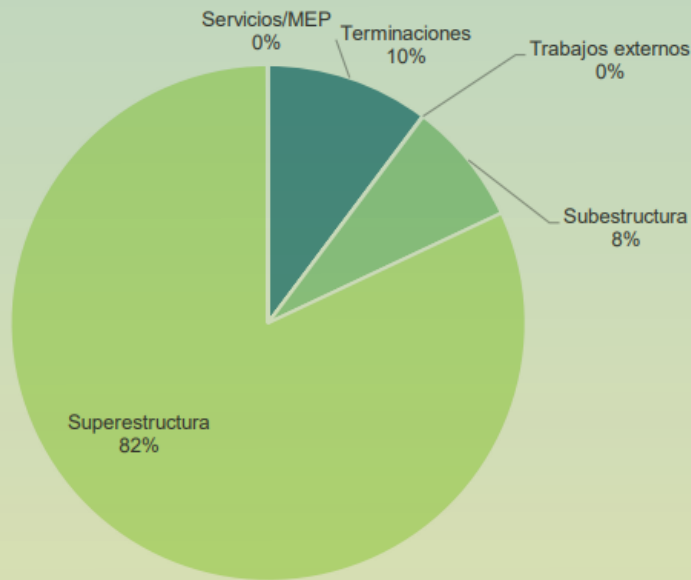


Ilustración 40 - CLF- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por grupo de elemento del edificio. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

Adicionalmente, la siguiente ilustración presenta el carbono operacional con respecto al carbono incorporado, mostrando que un 31% del impacto proviene de carbono operacional, mientras que 69% es carbono incorporado, bastante similar a lo observado para la metodología RICS.

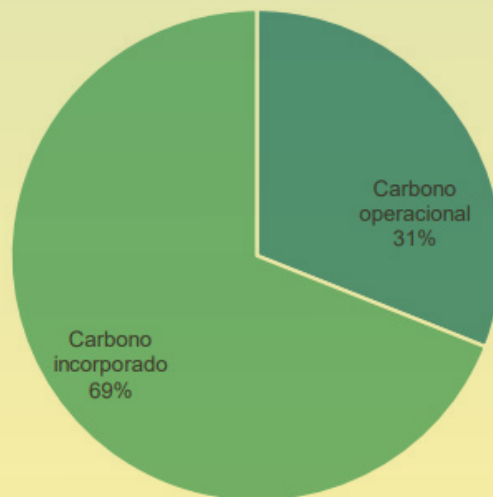


Ilustración 41 - CLF- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por carbono operacional y carbono incorporado. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

En términos de materiales, considerando sólo la etapa de producto [A1-A3], hormigón registra los principales impactos, con un 54% del total, seguido por acero armado (11%), puertas (10%) y ventanas (9%) (siguiente ilustración). Dado que no existe diferencia en el cálculo de esta etapa, era esperable que la distribución de impacto entre los materiales sea equivalente a lo presentado anteriormente con la metodología RICS.

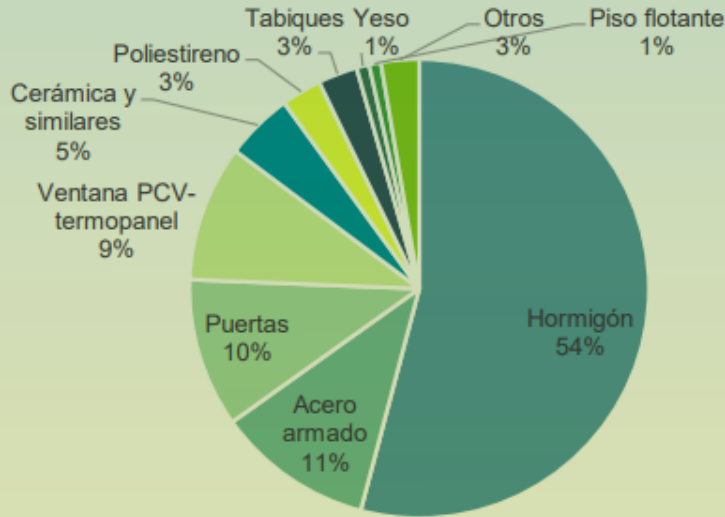


Ilustración 42 - CLF- Evaluación de carbono módulo A1-A3 por tipo de material. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

One Click LCA

El impacto total del carbono en el ciclo de vida completo del edificio Goycolea 100 según la metodología CLF es 6.348 tCO2e, lo que corresponde a aproximadamente 972 kg de CO2e/m2 (superficie interna bruta) como se indica en el reporte automático generado por el software, en la siguiente ilustración.

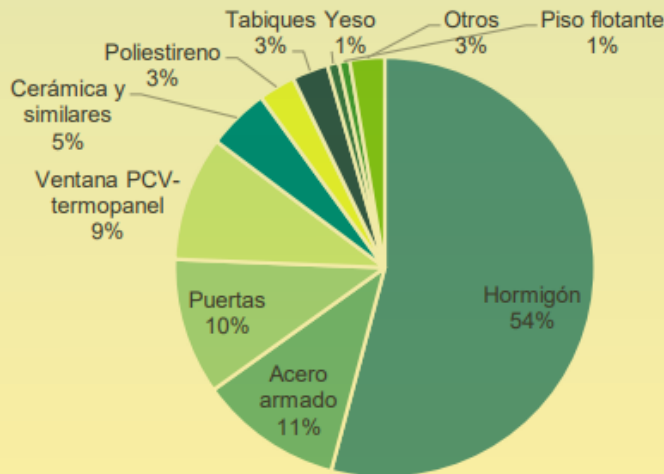


Ilustración 42 - CLF- Evaluación de carbono módulo A1-A3 por tipo de material. Fuente: Elaboración propia en base a software Simapro

El análisis comparativo de carbono incorporado de acuerdo a las emisiones de cuna a tumba y gráfico de carbono incorporado por etapa de ciclo de vida se indica en la siguiente ilustración.

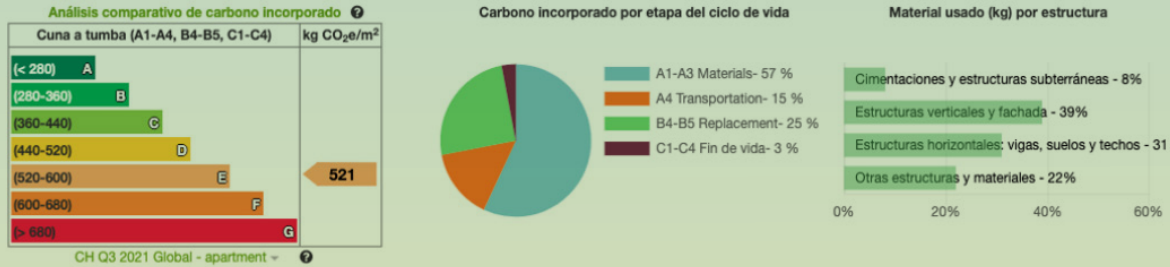


Ilustración 44 - CLF- Análisis comparativo y carbono incorporado por etapa del ciclo de vida. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

En términos de distribución de este impacto por etapa del ciclo de vida, en la siguiente ilustración puede apreciarse que el principal impacto está dado por la energía operativa (B6) con un 42,3% de la contribución. Le siguen en importancia los materiales (A1-A3) con un 30,4% del impacto y finalmente los reemplazos (B4) con un 14,8% de contribución.

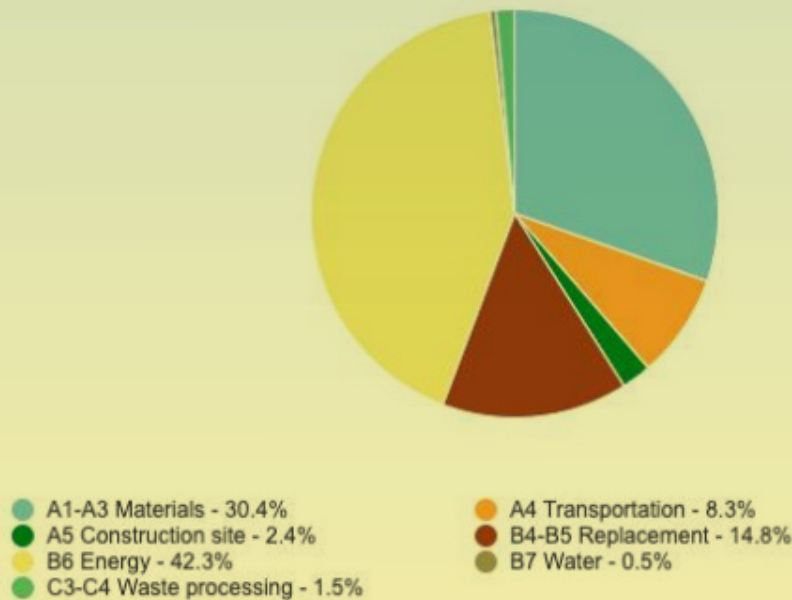


Ilustración 45 - CLF- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por etapa Fuente: Reporte automático One Click LCA

La siguiente ilustración agrupa los resultados en carbono incorporado y carbono operacional:

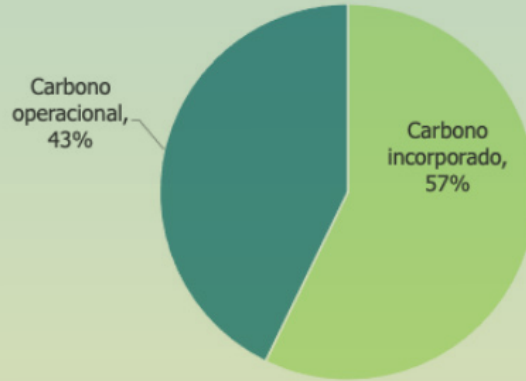


Ilustración 46 - CLF- Carbono incorporado y Carbono Operacional Proyecto Goycolea 100. Fuente: Elaboración propia

En términos de clasificaciones de materiales, el principal contribuyente a las emisiones corresponde a losas, techos, cubiertas y vigas con un 27,7%, seguido de las terminaciones y revestimientos con un 26,6% (expresado como Acabados en el software) y en tercer lugar, por la contribución de Muros exteriores y fachada con un 16,5% como se indica en la siguiente ilustración.

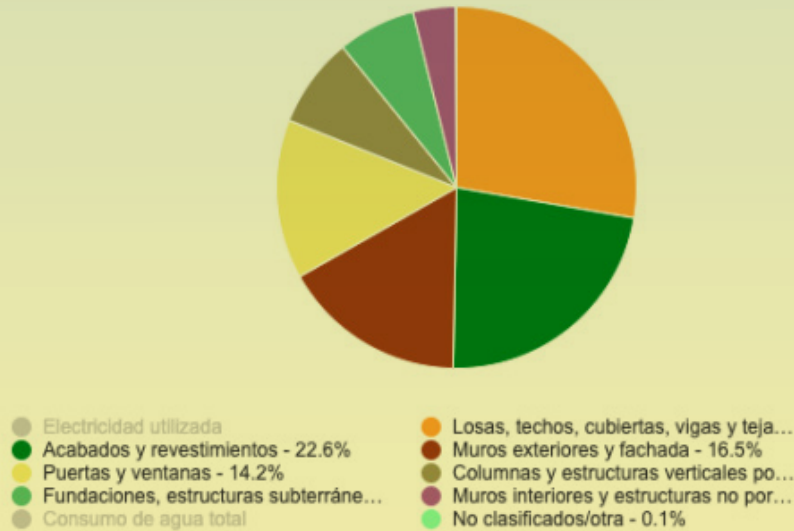


Ilustración 47 - CLF- Emisiones de carbono por clasificaciones. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

Agrupando estas categorías según la clasificación Subestructura, Superestructura, Terminaciones, Trabajos externos y Servicios/MEP, la contribución de cada una se puede ver en la siguiente ilustración.

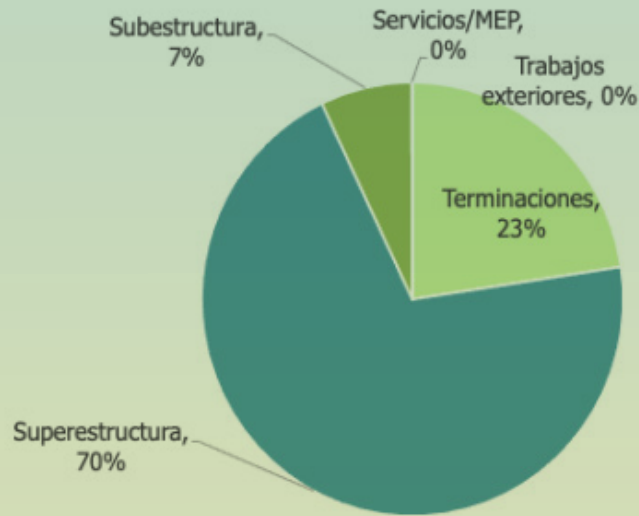


Ilustración 48 - CLF- Evaluación de carbono en el ciclo de vida completo de Goycolea 100, por grupo de elemento del edificio. Fuente: Elaboración propia en base a software One Click LCA

En cuanto a información sobre los materiales más influyentes sobre la huella de carbono considerando las etapas A1-A3 se ve en la siguiente ilustración.

▼ Más influyente materiales (Net Carbon)			
No.	Recurso	Impactos de cuna a puerta (A1-A3)	De cuna a puerta (A1-A3)
1.	Ready-mix concrete	989 toneladas CO ₂ e	62.8 %
2.	Reinforcement steel bars from ferrous scrap	202 toneladas CO ₂ e	12.8 %
3.	Stucco	111 toneladas CO ₂ e	7.0 %
4.	Window with insulated double glazing and PVC-U frame	98 toneladas CO ₂ e	6.2 %
5.	Ceramic tile, US average	88 toneladas CO ₂ e	5.6 %
6.	Gypsum plasterboard	60 toneladas CO ₂ e	3.8 %
7.	Extruded polystyrene (XPS)	49 toneladas CO ₂ e	3.1 %
8.	Galvanized steel joists for drywall	38 toneladas CO ₂ e	2.4 %

Ilustración 49 - CLF- Materiales más influyentes en la Huella de Carbono. Fuente: Reporte automático de One Click LCA

Comparación Softwares One Click LCA y Simapro

Además de presentar los resultados individuales para los dos softwares, es importante hacer una comparación entre estos dadas las diferencias en bases de datos, método de caracterización, información disponible, entre otros.

Para hacerlos lo más comparables posible, no se consideró el beneficio del reuso de One Click LCA en el fin de vida del edificio (módulo D).

La siguiente ilustración presenta la comparación entre softwares, con la contribución de cada etapa del ciclo de vida. En esta puede apreciarse que el impacto de One Click LCA es aproximadamente 31% más alto que el de Simapro. En términos de etapa del ciclo de vida, A1-A3 son bastante similares entre sí, sólo con un 5% de diferencia entre ambos softwares. Por otro lado, la diferencia entre B6, la energía operativa es muy alta, lo que llama la atención considerando que ambos softwares utilizan los resultados de la pre calificación energética. Analizando el número con mayor detalle, la diferencia no proviene de la estimación de consumo, sino que del factor de emisión utilizado por ambos softwares.

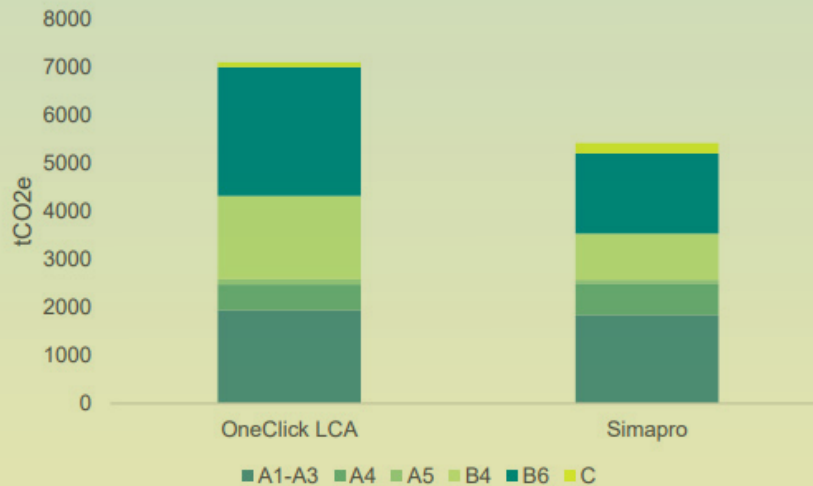


Ilustración 50 - Comparación entre One Click LCA y Simapro para el edificio completo, con desglose por etapa del ciclo de vida (Metodología RICS). Fuente: Elaboración propia

Simapro utiliza el factor de emisión reportado por el Ministerio de Energía de Chile equivalente a 0,3834 kg-CO₂e/kWh, mientras que One Click LCA cuenta con un valor proveniente de un estudio de análisis de ciclo de vida específico para el país (IEA 2018), que asciende a 0,62kgCO₂e/kWh. Esta situación se refleja también en la relevancia del carbono operacional (siguiente ilustración), donde para One Click LCA éste representa un 38% del total, mientras que este valor sólo asciende a 31% para el caso de Simapro. Si ambos softwares utilizaran el mismo factor de emisión la brecha en carbono evaluado en el ciclo de vida completo del edificio sería bastante menor.

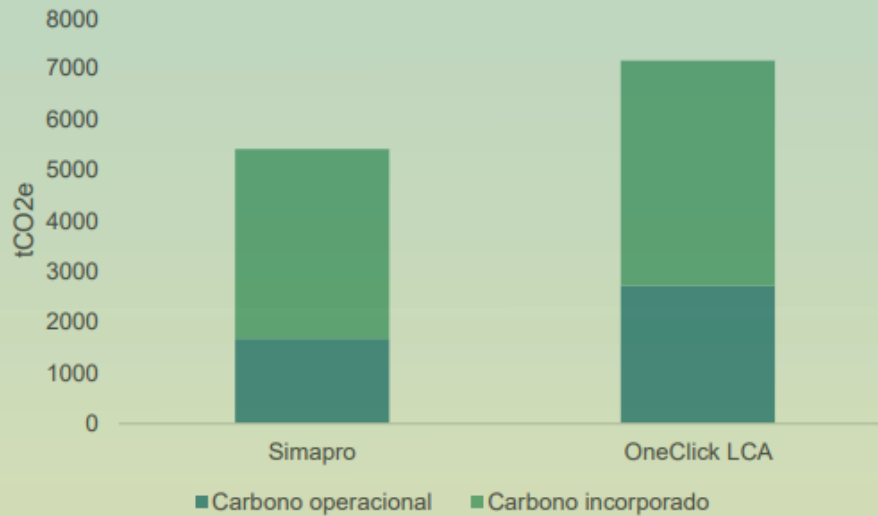


Ilustración 51 - Comparación entre One Click LCA y Simapro para el edificio completo, con desglose por carbono operacional y carbono incorporado (Metodología RICS). Fuente: Elaboración propia

Otra diferencia relevante radica en los reemplazos (B4), donde el impacto de One Click LCA es en torno a 80% más alto que Simapro. Dado que la vida útil es la misma para ambos softwares, es probable que la diferencia de impacto se esté generando no en la manufactura de materiales, sino en otros factores como el transporte o los residuos generados en esta etapa. Pese a las diferencias, dada la gran cantidad de variables asociadas a una evaluación de carbono del ciclo de vida completo del edificio, el equipo consultor considera que la comparación entre softwares genera resultados relativamente similares, mostrando además la robustez y completitud de ambas herramientas.

Conclusiones

Pese a las diferencias, dada la gran cantidad de variables asociadas a la evaluación de carbono del ciclo de vida completo del edificio, la comparación entre softwares genera resultados relativamente similares, mostrando además la robustez y completitud de ambas herramientas.

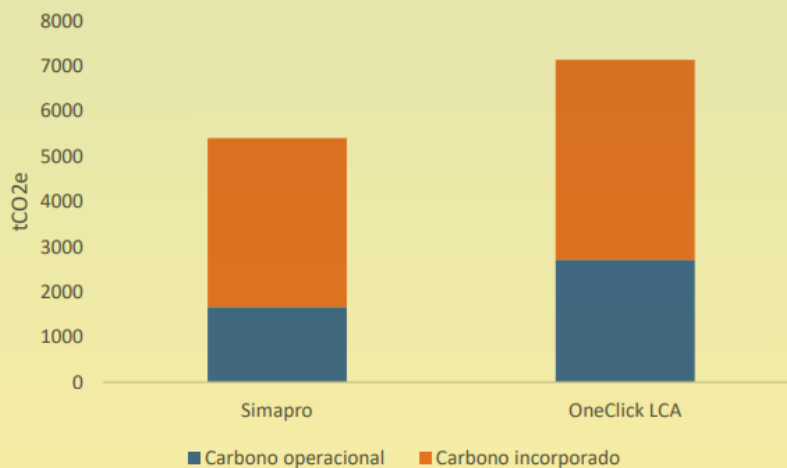


Ilustración 52 - Comparación entre One Click LCA y Simapro para el edificio completo, con desglose por carbono operacional y carbono incorporado (Metodología RICS). Fuente: Elaboración propia

Una de las variables que contribuye a la diferencia en los datos arrojados por ambos softwares tiene que ver con el factor de emisión. Mientras SimaPro utiliza el factor de emisión reportado por el Ministerio de Energía de Chile equivalente a 0,3834 kgCO₂e/kWh, One Click LCA cuenta con un valor proveniente de un estudio de análisis de ciclo de vida específico para el país (IEA 2018), que asciende a 0,62kgCO₂e/kWh.

Otra consideración para tener en cuenta en la comparación radica en la etapa de reemplazo (B4), donde el impacto de One Click LCA es en torno a 80% más alto que Simapro. Dado que la vida útil es la misma para ambos softwares, es probable que la diferencia de impacto tenga raíz no en la manufactura de materiales, sino en otros factores como el transporte o los residuos generados en esta etapa.

Aplicación de EDGE App al Caso de Estudio

EDGE es una herramienta de diseño de edificios, un sistema de certificación y un estándar ecológico global disponible en más de 150 países. La aplicación de software EDGE es gratuita en edgebuildings.com y está destinada a cualquier persona interesada en el diseño de edificios sustentables, ya sea arquitecto, ingeniero, desarrollador, o propietario del edificio.

El Software EDGE, que es una herramienta gratuita semiprestacional que permite cuantificar la eficiencia de una edificación en 3 parámetros distintos: Agua, Energía y Energía Incorporada en Materiales de Construcción.

El edificio Goycolea 100 es un edificio residencial, ubicado en Av. Goycolea N° 88/94-104 y 120, Comuna de La Cisterna, Santiago. Cuenta con 130 unidades de vivienda que se diferenciaron en dos tipologías:

- Tipología A: cuenta con 104 unidades que tienen un dormitorio
- Tipología B: cuenta con 26 unidades que tienen 2 dormitorios

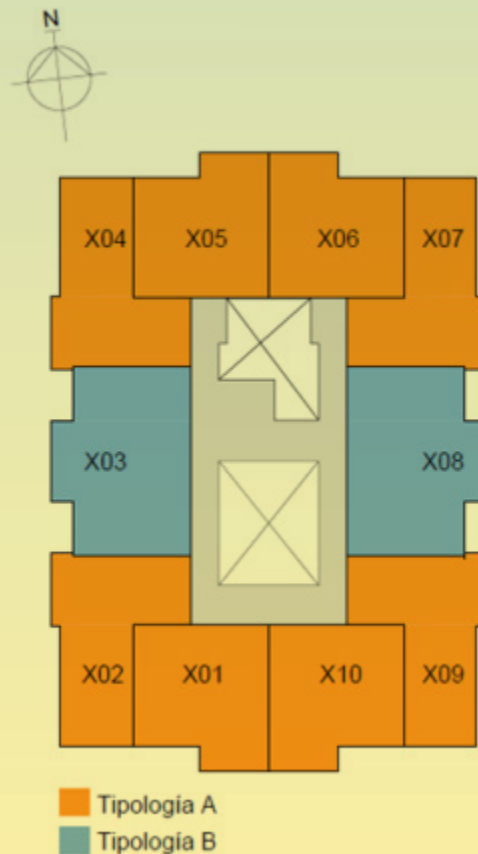


Ilustración 53 - Planta tipo con ubicación de tipologías de departamentos A y B. Fuente: Elaboración propia

Energía incorporada en materiales

A fin de determinar los parámetros del caso base para la eficiencia en cada uno de los ámbitos exigidos, EDGE se basa en la información sobre las prácticas de construcción habituales y los códigos de construcción de eficiencia energética nacionales, si los hubiera. EDGE brinda valores predeterminados para la energía incorporada en los materiales basados en el conjunto de datos de construcción para economías emergentes de EDGE (el informe de la metodología empleada para la evaluación de la energía incorporada en los materiales de EDGE se encuentra disponible en el sitio web de EDGE).

Los valores de la energía incorporada en los materiales pueden variar considerablemente en función de los supuestos utilizados. El uso de un conjunto de datos estandarizado garantiza que cada material se evalúe con la misma metodología para una comparación equitativa en EDGE. Para garantizar la coherencia, EDGE no admite la incorporación de materiales personalizados. En la sección "Materiales" figura una lista de las especificaciones pertinentes para cada elemento del edificio (losas de piso, losa de techo, paredes externas, paredes internas, terminaciones de pisos, marcos de ventanas, etc).

Para cada elemento del edificio, se selecciona la especificación utilizada en el proyecto. Se indica también el espesor de las losas de piso, de la construcción del techo, de las paredes externas y de las paredes internas. En cuanto al proyecto Goycolea 100, tanto para la Tipología A como para la Tipología B, se tomaron en cuenta las mismas especificaciones técnicas, planimetría y detalles y otra información complementaria provista por el equipo de proyecto. En el apartado "Materiales" se incluyen medidas de eficiencia para los siguientes elementos de construcción:

- HMM01: Losas de piso
- HMM02: Construcción de cubiertas
- HMM03: Paredes externas
- HMM04: Paredes internas
- HMM05: Acabado de pisos
- HMM06: Marcos de ventana
- HMM07: Aislamiento de cubierta
- HMM08: Aislamiento de paredes

Resultados obtenidos

En los siguientes gráficos se muestra como el indicador usado para medir la eficiencia de los materiales es la energía incorporada de las especificaciones utilizadas. La energía incorporada de un producto es la demanda de energía primaria para su producción.

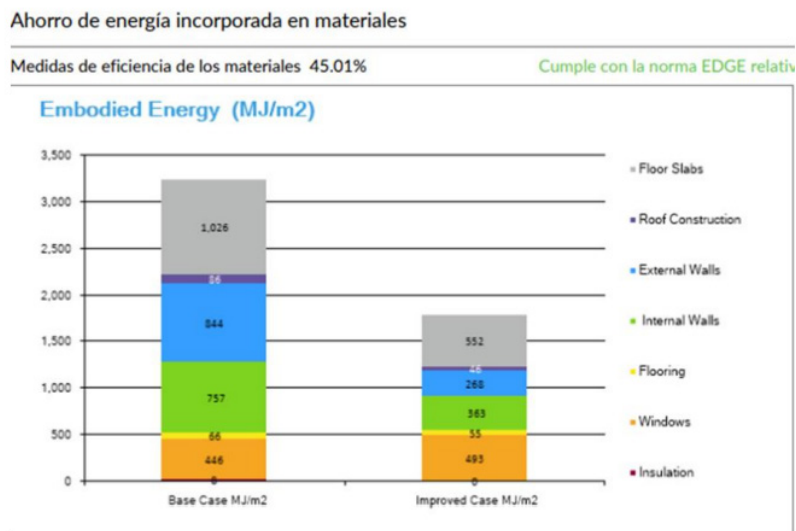


Ilustración 54 - Tipología A: Energía Incorporada en los Materiales (megajulios/m²). Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, para el caso de la Tipología A (un dormitorio) se logra un ahorro en la Categoría de Energía Incorporada en Materiales de 45,01% con respecto al caso base. Esto implica que, para esta unidad de departamento, utilizando la metodología de EDGE, el Edificio Goycolea 100 que cuenta con precertificación CVS tiene un desempeño energético sobre un 45% más eficiente que la línea base nacional establecida por la certificación.

Ahorro de energía incorporada en materiales

Medidas de eficiencia de los materiales 44.76%

Cumple con la norma EDGE relativ

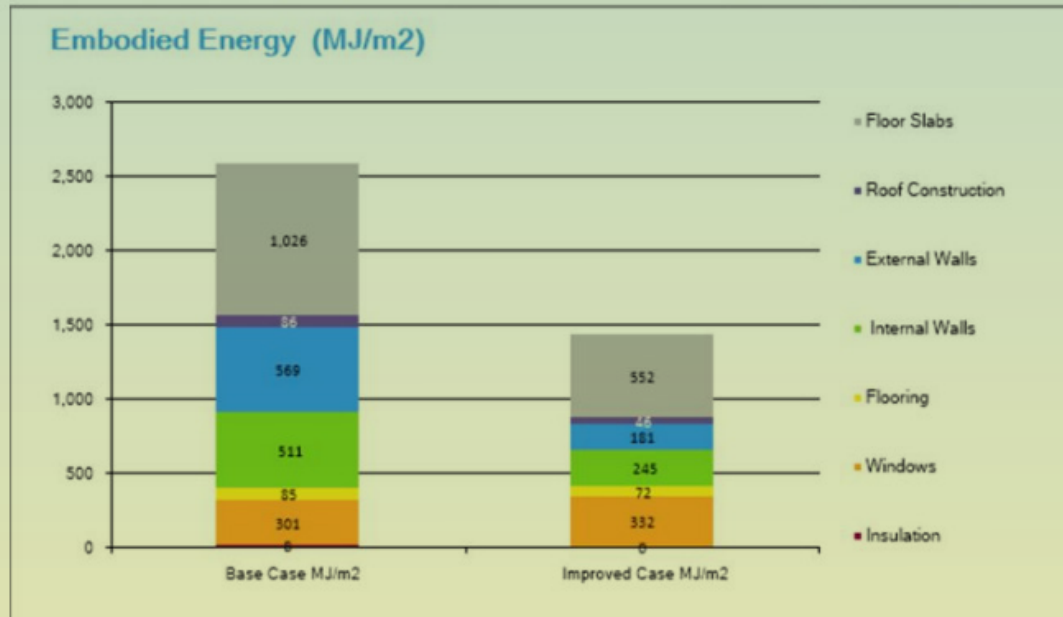


Ilustración 55 - Tipología B: Energía Incorporada en los Materiales (megajulios/m²). Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la Tipología B (dos dormitorios) se logra un ahorro en la Categoría de Energía Incorporada en Materiales de 44,76% con respecto al caso base. Esto implica que, para esta unidad de departamento, utilizando la metodología de EDGE, el Edificio Goycolea 100 que cuenta con precertificación CVS tiene un desempeño energético sobre un 44% más eficiente que la línea base nacional establecida por la certificación.

Al comparar la situación entre el caso base y el caso mejorado correspondiente al edificio Goycolea 100, ha habido una notable disminución de la energía incorporada en los materiales de cada requerimiento. En ambos gráficos, podemos observar que en el caso base de referencia nacional los requerimientos que tienen mayor peso en cuanto a la energía incorporada en materiales son: HMM01 Losas de pisos, HMM03 Paredes exteriores y HMM04 Paredes interiores.

Mientras que, para el caso mejorado notamos que los requerimientos que se corresponden con un mayor consumo de energía incorporada en materiales son: HMM01 Losas de piso, HMM06 Ventanas y HMM04 Paredes interiores. Es importante recalcar que el software no entrega una comparación entre unidades, sino entre cada unidad con un caso base idéntico (Tipo A de diseño se compara con Tipo A base) por lo que la diferencia entre los resultados de eficiencia obtenidos para cada Tipología (0,25%) se dan debido a que la EDGE App calcula para cada requerimiento los megajulios/metro cuadrado de superficie para un caso base establecido por la herramienta y compara este dato con el mismo indicador pero para el edificio de diseño. En este escenario, se da lo siguiente:

- Caso Diseño Tipo A (29,36 m²): 1777 megajulios/m² = 52.173 megajulios/unidad
- Caso Diseño Tipo B (40,23 m²): 1428 megajulios/m² = 57.448 megajulios/unidad

Las diferencias que se pueden observar en base a los resultados obtenidos en la comparación entre caso base y de diseño para ambas Tipologías (A y B), se dan en los siguientes requerimientos: HMM03 Paredes exteriores, HMM04 Paredes interiores, HMM05 Pisos y HMM06 Ventanas y si bien, en el resultado final la Tipología B tienen

una mayor huella energética total por unidad, es la Tipología A la que presenta resultado menos favorable en megajulios/m² puesto que en los requerimientos de mayor impacto presenta indicadores muy similares lo que hace que la carga ambiental por metro cuadrado sea mayor. El software no hace cálculos en forma proporcional entre unidades, sino que para cada unidad por sí sola en base a la superficie y altura entregadas y a los datos provisto de materialidad.

Centro de Día del Adulto Mayor³⁴

Parte del estudio "Cálculo de carbono de ciclo de vida completo en piloto de público", desarrollado por EBP Chile, solicitado por el Instituto de la Construcción en el marco del Comité Estrategia Nacional de Huella de Carbono

Alcance del estudio

El objetivo general del estudio es realizar una evaluación de intensidad de carbono incorporado y operacional en un edificio de uso público con alcance desde la cuna a la tumba. Esto se realiza utilizando al menos dos metodologías existentes, identificando brechas y/o limitaciones en este proceso. Para la cuantificación del carbono operacional, se utilizan las mediciones que se declaran en el estudio de simulación energética del proyecto, presente en la documentación de los requerimientos de Energía de la Certificación de Edificio Sustentable (CES), desarrollada para el proyecto analizado.

Antecedentes del Edificio

El caso de estudio seleccionado para el cálculo de huella de carbono corresponde al Centro de Día del Adulto Mayor, ubicado en la ciudad de Punta Arenas, certificado bajo la Certificación Edificio Sustentable CES en su nivel destacado³⁵. Este edificio tiene una operación principalmente durante el día. A continuación, se presentan algunos antecedentes generales rescatados del registro de la página de la Certificación Edificio Sustentable CES y del reporte de EBP Chile:

- Mandante: Servicio Nacional del Adulto Mayor
- Zona climática según NCh1079: SE
- Superficie útil: 843,15 m²
- Arquitecto: Néstor Vásquez
- Unidad técnica: DA MOP Región de Magallanes y de la Antártica Chilena
- Asesor: Gonzalo Mut
- Entidad Evaluadora: IDIEM
- Ubicación: Avda. Eduardo Frei 900
- Versión de certificación: Pv1 – Certificación Edificio Sustentable Edificios de Uso Público Versión 1
- Materiales predominantes: Tabiquería estructural de perfiles de acero galvanizado, planchas de yeso-carbón, aislación de lana de vidrio, fundaciones de hormigón armado, planchas de OSB, planchas PV4 de cubierta., ventanas DVH con marco de aluminio



35 <https://www.certificacionsustentable.cl/centro-de-dia-del-adulto-mayor-punta-arenas-2/>



Ilustración 56 - Centro de Día del Adulto Mayor, Punta Arenas. Fuente: www.certificacionsustentable.cl

El edificio se presenta como una “institución pública” que cumple con las características funcionales, ambientales y estéticas que permiten el desarrollo de las capacidades y actividades propias de los adultos mayores, garantizando su autonomía dentro de los recintos del proyecto. Volumétricamente, el edificio se compone de un ala todos con recintos en doble crujía, evitando la sobre generación de envoltente expuesta al exterior. La cubierta es a 2 aguas y con aleros reducidos para disminuir la resistencia al viento y privilegiar el ingreso de radiación. El acceso está protegido por medio de una chiflonera y contrario a la ubicación de los vientos predominantes.

La estructura del edificio se compone de perfiles metálicos tipo Metalcón, radier y fundaciones de hormigón armado. Los muros perimetrales son de tabiquería liviana con paquetes constructivos que incluyen planchas de yeso cartón junto con aislación interior de lana de vidrio, además de aislación exterior continua tipo EIFS.

Las particiones interiores se componen de tabiquería de Metalcón con placas de yeso cartón y lana de vidrio en el interior. La techumbre está conformada por estructura de Metalcón con aislación de lana de vidrio, planchas de OSB y yeso cartón en terminación de cielo. La cubierta corresponde a una plancha de Aluzinc PV4.

Resultados según Metodología Whole Life Carbon Assessment for the Built Environment (RICS)

En las siguientes tablas resumen se observan los resultados indicados en los reportes de la metodología RICS, incluyendo las componentes del edificio y módulos de ACV comparables entre las 3 herramientas de cuantificación:

Tabla 8 - Resultados módulos A1 a A3. Fuente: EBP Chile

	A1 - A2 - A3 (T CO2e)		
	Abaco	RUKARU	One Click LCA
Subestructura	54,4	115,65	67,481
Super estructura	30,29	71,86	317,247
Terminaciones	10,34	23,23	7,315
Totales (T CO2e)	101,38	228,68	392,04
Totales normalizados (KgCO2e/m2)	120,24	271,22	464,97

Tabla 9 - Resultados todos los módulos. Fuente: EBP Chile

	Todos los módulos considerados (T CO2e)		
	Abaco	RUKARU	One Click LCA
Demolición	-	-	-
Obras previas	-	7,38	-
Subestructura	54,4	353,12	225,144
Super estructura	30,29	146,96	735,043
Terminaciones	10,34	41,66	49,755
Mobiliario	0,64	12,41	39,178
Servicios (MEP)	-	830,11	815,009
Edificaciones y unidades predeterminadas	0,04	2,56	-
Trabajos en edificaciones existentes	-	-	-
Obras exteriores	5,25	-	-
Totales (T CO2e)	101,38	1394,2	1824,95
Totales normalizados (KgCO2e/m2)	120,24	1653,56	2164,44

One Click LCA

Los resultados generales de la evaluación se muestran en las siguientes ilustraciones:

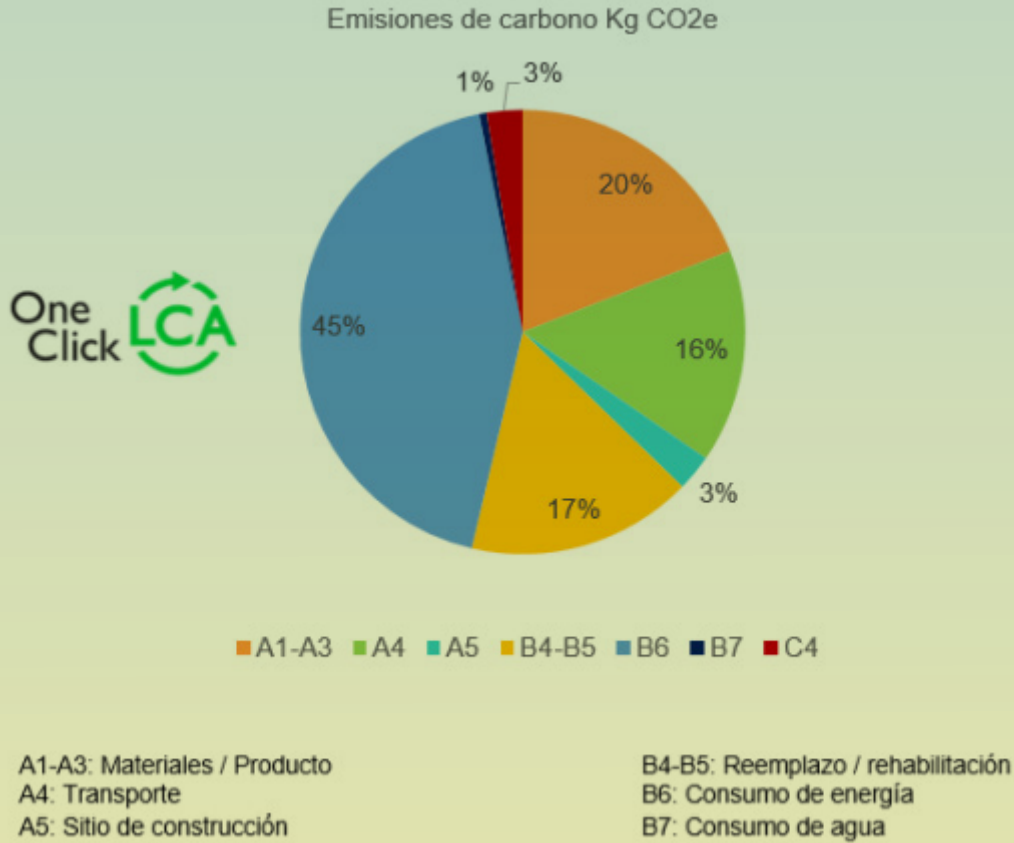


Ilustración 57 - Emisiones por etapa del ciclo de vida según norma EN 15978. Fuente: EBP Chile

En esta primera aproximación general de la evaluación, se puede ver que los resultados muestran los mayores impactos en cuatro etapas principales: 1. Producción (A1 a A3), lo que equivale a un 21% de las emisiones, 2. Transporte al sitio (A4) con un 15% de las emisiones (en este caso se consideró el transporte de materiales a Punta Arenas, incluyendo distancias por sobre los 2000km para la mayoría de los elementos), 3. Energía operacional (B6) con un 43%, altamente influenciado por el consumo en iluminación, y 4. Reemplazo y remodelaciones (B4 - B5) con un 17% de las emisiones.

En la siguiente ilustración se presenta la comparación porcentual de distintos tipos de materiales y su intensidad de emisiones dentro del total del ciclo de vida del edificio:

Emisiones de carbono kg CO2e - Clasificación

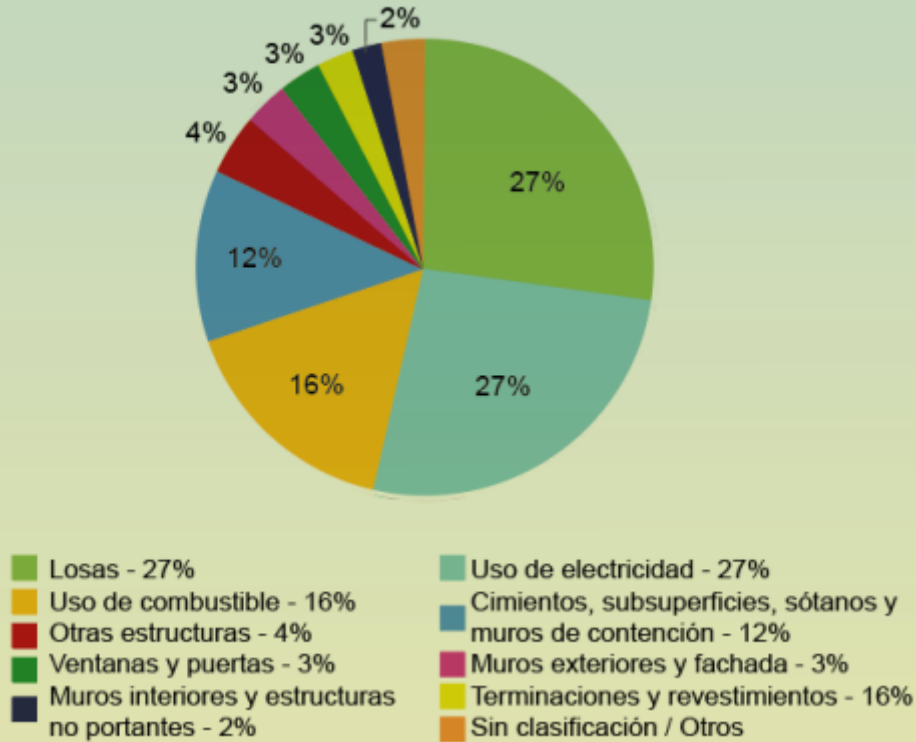


Ilustración 58 - Emisiones asociadas a grupos de elementos. Fuente: EBP Chile

Se observa que la componente de uso de electricidad genera el mismo porcentaje de impactos que parte de la superestructura del edificio (losas, techos, cubiertas, vigas) y además que, en suma, la componente de electricidad junto a la componente de uso de combustible, representan más de un 40% de las emisiones del ciclo de vida. En la zona climática en dónde se emplaza el proyecto es esperable tener un alto porcentaje de carbono operacional, condicionado al consumo de equipos de climatización, el uso de agua caliente sanitaria y el apoyo de iluminación artificial. En este caso es relevante indicar que la matriz eléctrica de la región de Magallanes es altamente dependiente de energía fósil, por lo que esta componente se podrá revisar en la etapa de análisis de sensibilidad.

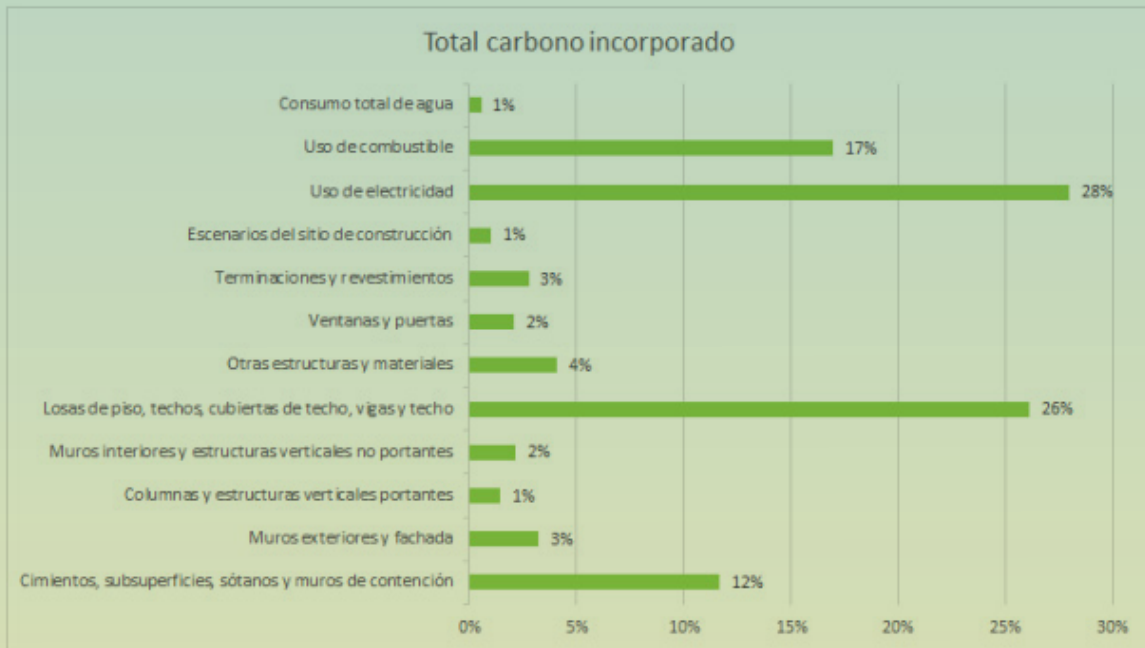


Ilustración 59 - Total carbono incorporado por grupos de elemento. Fuente: EBP Chile

Finalmente, a través de la herramienta One Click LCA se obtiene un resultado general de intensidad de carbono que se encuentra en una relación donde el carbono incorporado es un 10% superior al carbono operacional en el edificio.

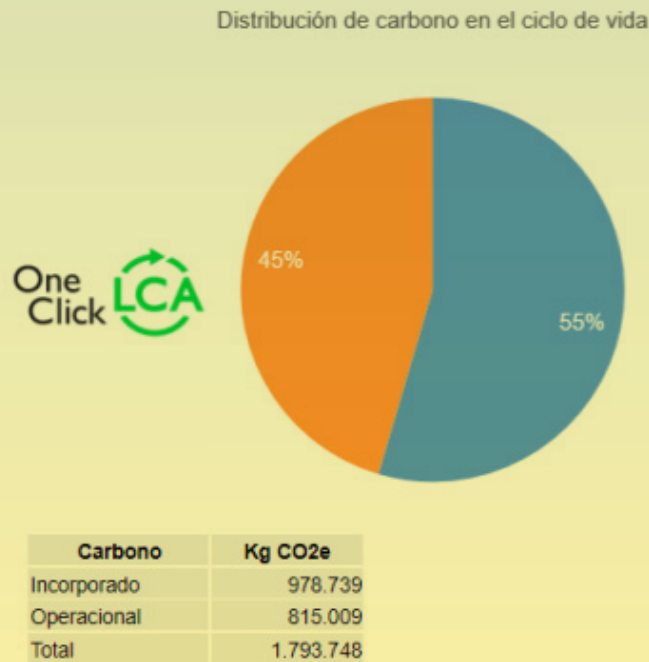


Ilustración 60 - Relación carbono operacional y carbono incorporado de acuerdo con One Click LCA. Fuente: EBP Chile

RUKARU

El resultado total del proyecto fue de 1.394 [tonCO2eq], de las cuales un 59% corresponde a carbono operacional y un 41% a carbono incorporado. El carbono operacional está asociado principalmente al consumo de energía, tanto de electricidad como de gas natural para la calefacción y agua caliente sanitaria.

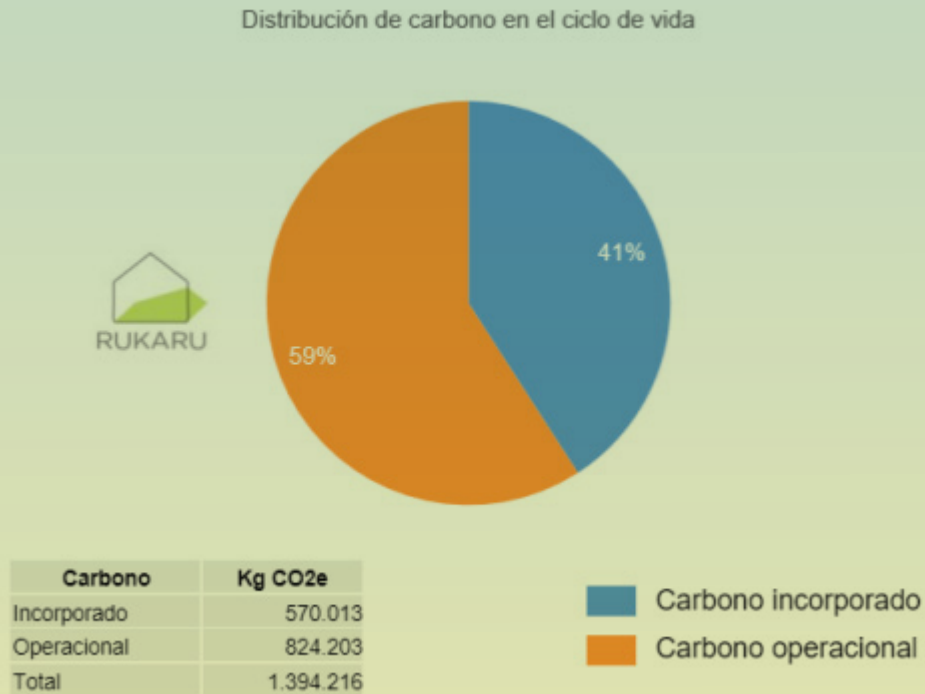
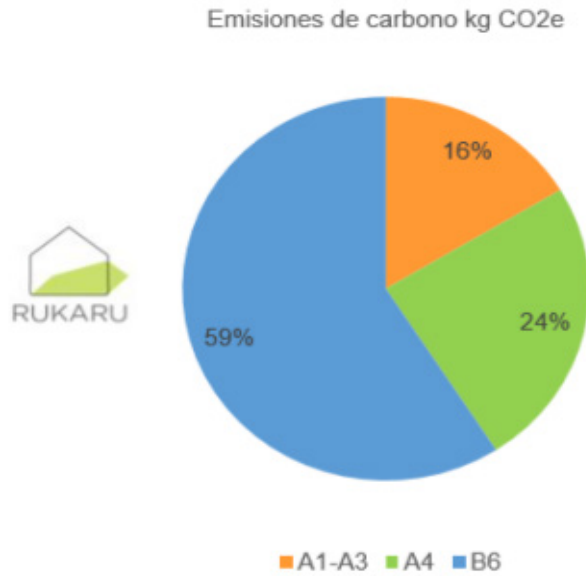


Ilustración 61 - Participación de carbono incorporado vs operacional. Fuente: EBP Chile

Al analizar el carbono incorporado en las etapas A1-A5, se observa que la componente A4 de transporte tiene un alto valor (341,3 [tonCO2eq]). Esto se debe principalmente al emplazamiento del proyecto y las distancias de la obra a los centros de almacenamiento de los materiales de construcción.



C4: Disposición final/eliminación de residuos

Ilustración 62 - Participación del carbono incorporado por subcomponente Etapa A. Fuente: EBP Chile

Si se analiza el carbono incorporado de los elementos principales del edificio, se observa que la Superestructura (u obra gruesa) es la de mayor peso, seguido por la envolvente (que es alta debido a la inclusión de sistema EIFS y los termo paneles)].

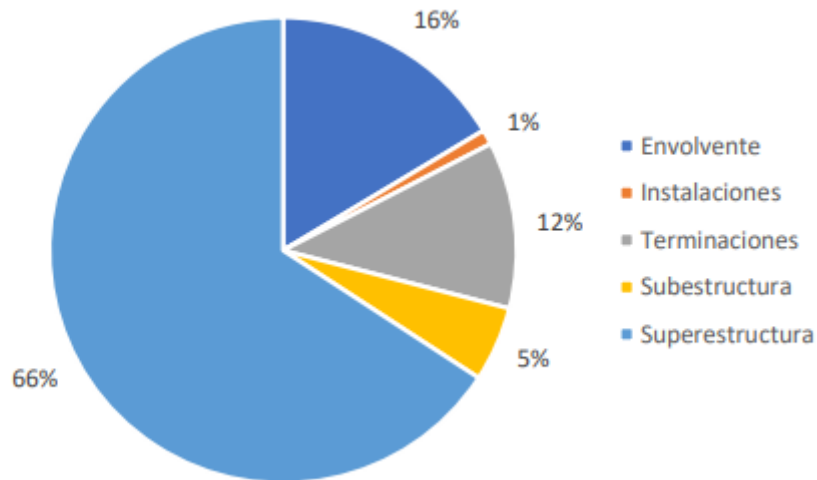


Ilustración 63 - Participación de carbono incorporado por partidas de obra. Fuente: EBP Chile

Al realizar un análisis más detallado del carbono incorporado de A1-A3 a nivel de elementos constructivos, se observa que los elementos de suelo (intensivos en concreto) asociados a fundaciones y radier son los de mayor peso relativo, representando ambas partidas el 50% de las emisiones. En un nivel de impacto secundario se encuentra la tabiquería con un 9%, las fachadas con un 7% y las cubiertas/hojalatería y terminaciones de muro ambos con un 6%.

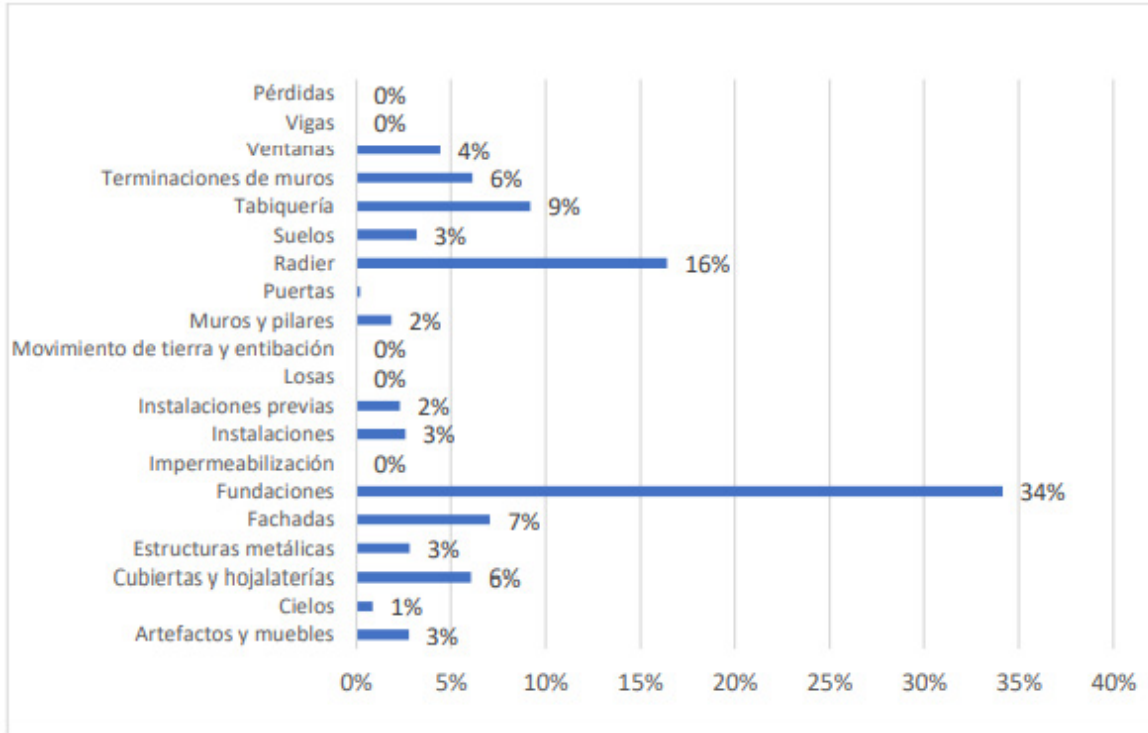


Ilustración 64 - Desglose de carbono incorporado por elemento constructivo (A1-A3). Fuente: EBP Chile

ÁBACO CHILE

El resultado de la medición del proyecto en esta herramienta, se reflejan en las siguientes ilustraciones:

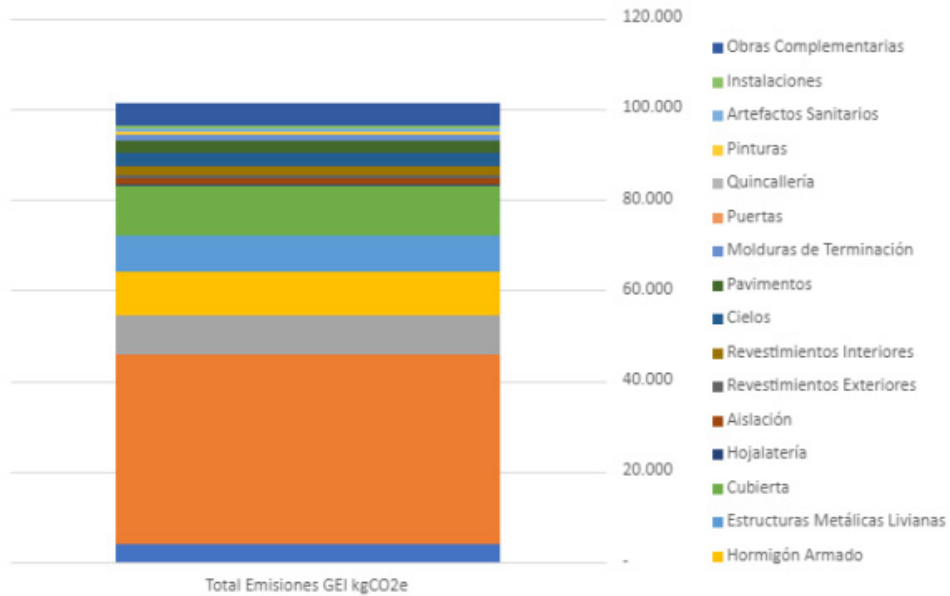


Ilustración 65 - Emisiones por partida. Fuente: EBP Chile

Del gráfico anterior, destaca el alto peso de las partidas de fundaciones, radier, Hormigón Armado, Estructuras Metálicas Livianas y Cubierta, lo que se debe al uso intensivo de materiales de alta tasa de emisión de GEI, como lo es el cemento y el acero.



La siguiente ilustración muestra la proporción de las partidas de acuerdo a la herramienta ABACO CHILE.

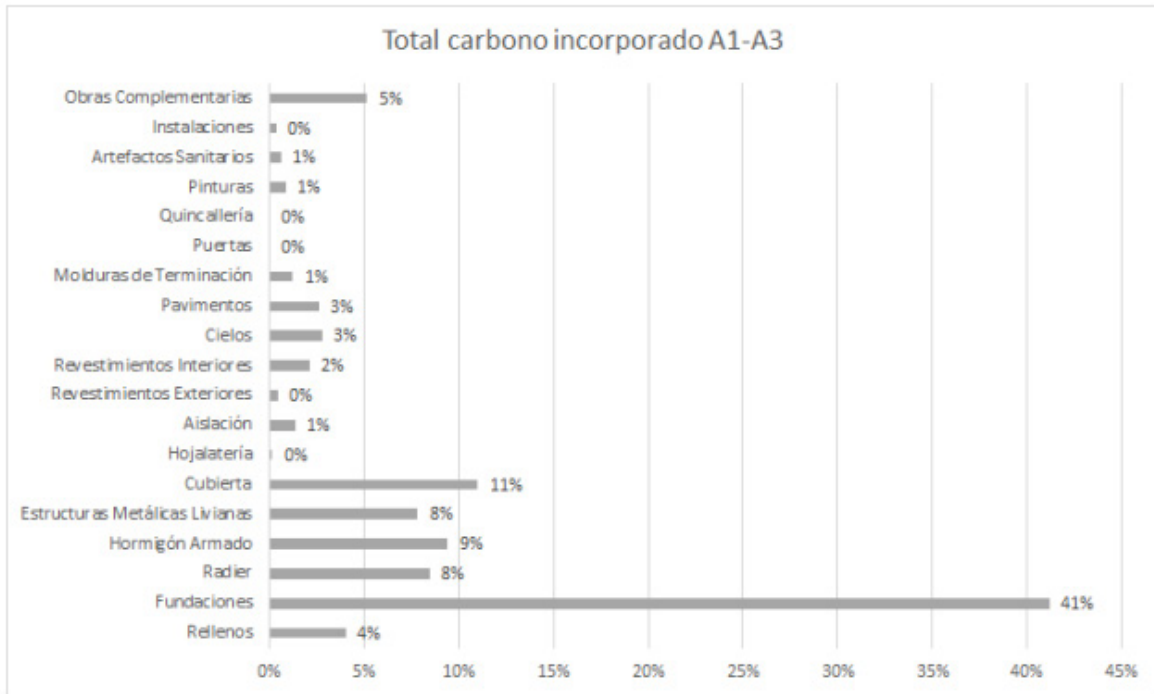


Ilustración 66 - Partidas y relación herramienta ABACO CHILE. Fuente: EBP Chile

Conclusiones y comparación de resultados

A continuación, se expresan los impactos obtenidos por cada herramienta de cuantificación para el ACV completo dentro de su alcance de módulos del ciclo de vida de la edificación:

	<p>1.793.748 Kg CO2e</p>	<p>A1-A3: Materiales / Producto A4: Transporte A5: Sitio de construcción B4-B5: Reemplazo / rehabilitación B6: Consumo de energía B7: Consumo de agua C4: Disposición final/eliminación de residuos</p>
	<p>1.394.216 Kg CO2e</p>	<p>A1-A3: Materiales / Producto A4: Transporte B6: Consumo de energía</p>
	<p>101.417 Kg CO2e</p>	<p>A1-A3: Materiales / Producto</p>

Ilustración 67 - Impactos por herramienta. Fuente: EBP Chile

Para evaluar las tres herramientas utilizadas, es necesario que éstas sean comparadas en las etapas en que coinciden en su ámbito de aplicación. De este modo, se extrae el resultado de los módulos del ciclo de vida A1 a A3 y se presentan en el siguiente gráfico:

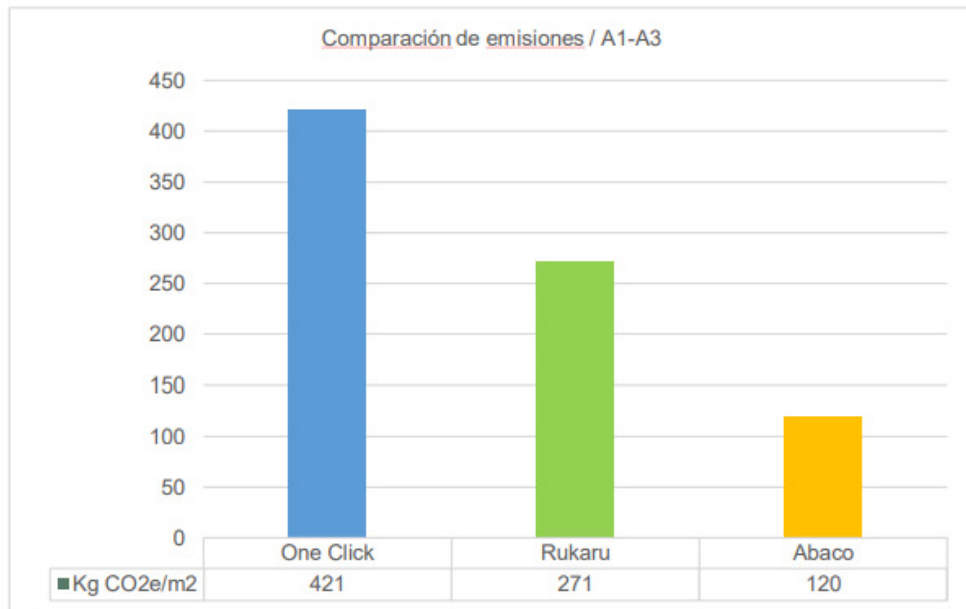


Ilustración 68 - Comparación de las herramientas de cuantificación en etapas A1 – A3. Fuente: EBP Chile

Es importante tener como referencia que, en promedio, los edificios tienen una cantidad de emisiones de carbono incorporado de entre 350-950 kgCO2e/m2 para el módulo A1A3 (CLF, 2017). Podemos confirmar de este modo, que los impactos obtenidos por la calculadora One Click LCA son los que se encuentran dentro del rango esperado. Esto se debe principalmente a que esta calculadora considera la mayor cantidad de materiales y elementos de obra gruesa, terminaciones e instalaciones, lo que explica su mayor impacto en emisiones de CO2 en los módulos A1-A3.

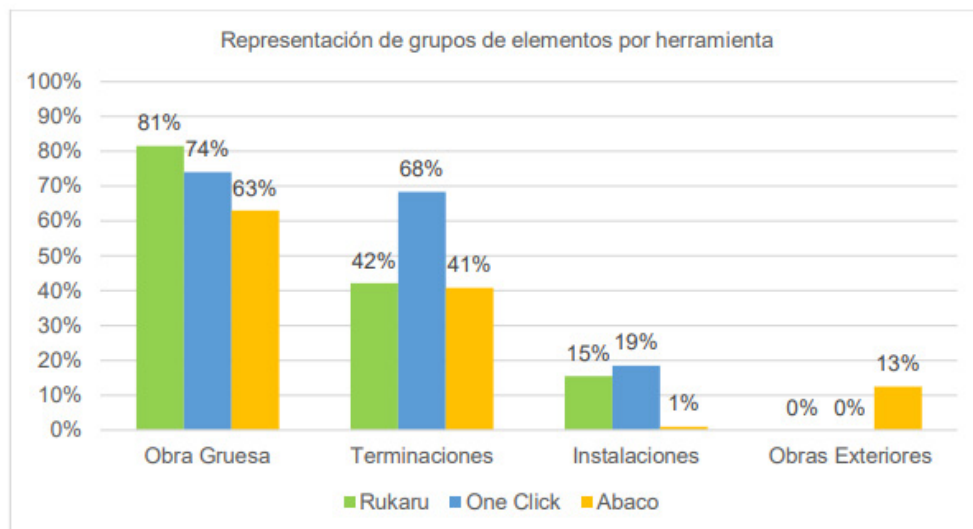


Ilustración 69 - Representación de grupos de elementos por cada herramienta (cantidad de elementos). Fuente: EBP Chile

Como se puede observar, existe una diferencia ente los resultados, si se considera One Click LCA como referencia, se tiene que RUKARU presenta una huella inferior en un 34%, mientras que Abaco presenta una huella que es un 77% inferior a la identificada en One Click LCA.

Además, se observa que RUKARU tiene una mayor representatividad en Obra Gruesa, debido principalmente a la consideración de algunas partidas extra (como por ejemplo el ripio) en su cálculo. Por otro lado, One Click LCA tiene una componente de mayor detalle en la sección de terminaciones, mostrando una mayor intensidad en este punto.

En paralelo, en la herramienta ABACO CHILE se identifica que esta puede avanzar en más información en relación a las instalaciones (sanitarias, climatización y electricidad). Esta sección de instalaciones sí es considerada tanto en One Click LCA como RUKARU.

Es importante mencionar que la comparación de representatividad del ACV de las herramientas de cuantificación varía si se toma como base de comparación la cantidad de elementos del itemizado de obras incorporados en la evaluación o los costos de los materiales incorporados en el ACV respecto al valor total de construcción. Si se analiza en consideración que la cantidad de cierto material determina junto al potencial de calentamiento global un mayor o menor impacto y que, por otro lado, materiales costosos, que pudiesen aportar a la representatividad con base económica del ACV de un edificio, no tendrán necesariamente un alto impacto, pareciera ser más adecuada una evaluación de representatividad del ACV con respecto a la cantidad o volumen de materiales o elementos incorporados.

La comparación de resultados totales se refleja en las siguientes ilustraciones:

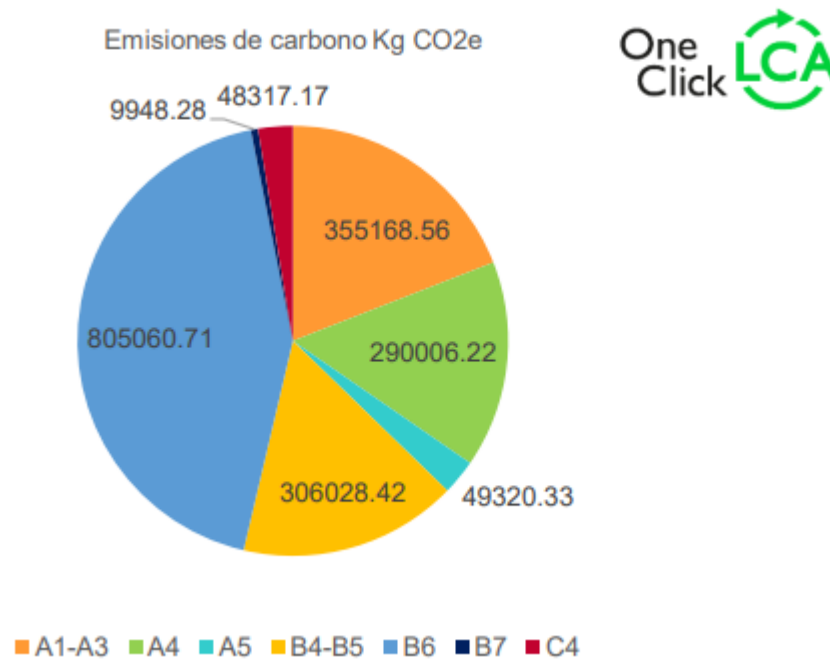


Ilustración 70 - Resultados totales herramienta One Click LCA. Fuente: EBP Chile

Emisiones de carbono Kg CO2e

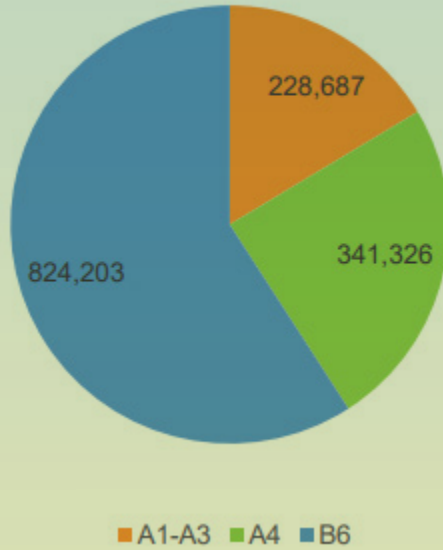
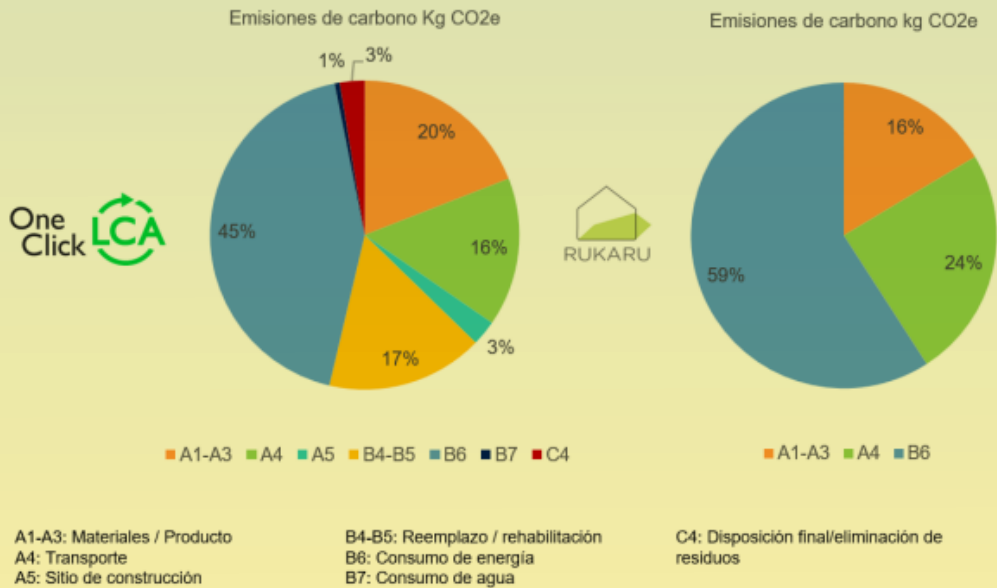


Ilustración 71 - Resultados totales herramienta RUKARU. Fuente: EBP Chile



A1-A3: Materiales / Producto
A4: Transporte
A5: Sitio de construcción

B4-B5: Reemplazo / rehabilitación
B6: Consumo de energía
B7: Consumo de agua

C4: Disposición final/eliminación de residuos

Ilustración 72 - Resultados totales en porcentajes herramientas One Click LCA y RUKARU. Fuente: EBP Chile

Por último, es importante mencionar que en la calculadora One Click LCA y en conjunto con las bases de datos utilizadas, se han presentado aportes para reducir impactos en el ciclo de vida de la edificación. Estos beneficios se calculan por módulo de la siguiente manera:

Módulo	Beneficio	Ton CO ₂ e	En cálculo total
A1_A3	Carbono biogénico	-36,873	Incorporado como valor negativo
A5	Reutilización de materiales	-3,194	Incorporado como valor negativo
B4	Reutilización de materiales	-13,47	Incorporado como valor negativo
C4	Carbono biogénico	+36,873	Incorporado como valor positivo
D	Reutilización y reciclaje de materiales	-70,103	No incorporado en el cálculo

Ilustración 73 - Cálculo de aportes para reducir impactos en el ciclo de vida de la edificación. Fuente: EBP Chile



Conclusiones Generales

Metodologías

La más recomendable para ser utilizada como método base de medición en Chile es “Whole life carbon assessment for the built environment” (RICS), ya que si bien, no incluye otros impactos ambientales más allá de potencial de calentamiento global, sí incorpora variables que facilitan la comparación y por ende la estandarización como son la definición de los grupos de elementos de construcción y medición área piso. Adicionalmente, indica que las fuentes de datos son Declaraciones Ambientales de Producto (DAP o EPDs).

Softwares y Aplicaciones

Aquel que se sugiere en cuanto a su mayor facilidad de implementación en Chile es One Click LCA. Este software, además de tener interfaces diferenciadas para la mayoría de las certificaciones internacionales, es una plataforma bastante intuitiva lo que facilita la capacitación en cuanto a su uso y adicionalmente, cuenta con mucha información global -incluyendo Chile-, la cual se actualiza constantemente.

Bases de Datos y Ecoetiquetas

Se considera clave poder levantar información consensuada para construir una base de datos nacional de desempeño ambiental de materiales y productos de construcción. Para esto, se requiere desarrollar y fortalecer un sistema de financiamiento e incentivos que permitan a fabricantes y proveedores cuantificar, gestionar y transparentar sus externalidades tanto negativas como positivas, a través de certificaciones como son las Ecoetiquetas Tipo I y Tipo III (Declaraciones Ambientales de Producto).

Asimismo, en el caso del edificio “Goycolea 100”, se determinó que aquel que genera una mayor disminución del carbono en el ciclo de vida completo del edificio es la descarbonización de la matriz energética, con una reducción del impacto en torno a un 22%. Le siguen en incidencia positiva, el aumento a un 50% de residuos de construcción valorizados y para este caso específico, el escenario de un hormigón que contiene 20% de cenizas volantes dentro de su composición. Estos datos son especialmente importantes ya que muestran que la incorporación de variables de circularidad tanto aguas arriba en relación con la selección de materiales como aguas abajo en lo referente a valorización tiene un impacto a considerar en la reducción de emisiones de un edificio residencial como se puede apreciar en las figuras que muestran los resultados de este análisis.

Agradecimientos

Sandra Arzola, Jefa de Marketing, AZA Acero

Natalia Reyes, Jefa de Sustentabilidad, Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción CTec

Mauricio Villaseñor, Líder de Cambio Climático, EBP Chile

Daniela López, Especialista Cambio Climático, EBP Chile

Michelle Senerman, Managing Director, Edge Latam

Mariana Aguirre, Chief Technical Officer, Edge Latam

Claudia Peña, Verifier and Technical Committee Member, HUB Latin America International EPD® System

Clara García, Business Developer for Spain & LATAM, One Click LCA

Victoria Burrows, Director Advancing Net Zero, World Green Building Council

Matthew Black, Programme Coordinator Advancing Net Zero, World Green Building Council

Rebecca Dilnot, Programme Officer Advancing Net Zero, World Green Building Council

