

BOLETÍN N°6

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Programa Tecnológico *Construye Zero*

PO

LA DESCARBONIZACIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN Y ACS DE LOS EDIFICIOS

La descarbonización de la climatización y el suministro de agua caliente sanitaria (ACS) en los edificios, es un objetivo fundamental en la lucha contra el cambio climático y la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero durante la operación de las edificaciones. En Europa, más de la mitad del suministro va destinado a calentar y enfriar hogares en los cuales las necesidades de calefacción y ACS representan más del 60% de la demanda (Morales, 2022).



Imagen N°1: Proyecto calor - frío. Fuente: Philippi Prietocarrizosa Ferrero DU y Uría (2021).

¿CÓMO DESCARBONIZAR LA OPERACIÓN EN LOS EDIFICIOS?: USO DE ENERGÍA RENOVABLE

En España es un requerimiento que los edificios cubran sus necesidades energéticas con -al menos- el 50% de energías renovables. En Alemania se ha publicado la prohibición de instalar sistemas térmicos que aporten menos de un 65% de las energías renovables (*básicamente solo podrán instalarse bombas de calor o sistemas híbridos*), esto para edificios nuevos como en instalaciones existentes. Estas condiciones se extrapolan a otros países permitiendo situar bombas de calor en la parte alta de la clasificación y etiquetado energético previsto. Incluso en EE.UU. ya es obligatoria la instalación de bombas de calor desde julio 2023, tras la reciente reforma de su código técnico. (Pro instalaciones, 2022).

Debido a esto, algunos fabricantes reducirán la dependencia de la red eléctrica gracias a las energías renovables. La producción de energía renovable in situ

mediante energía solar, eólica o combinada de calor y electricidad (CHP), ofrece oportunidades para obtener energía con cero emisiones de carbono. Los fabricantes que pueden producir parte de la energía que necesitan estarán mejor protegidos contra las subidas de precios o amenazas de escasez de las que no pueden hacerlo (Eurovent, 2023).



Imagen N°2: Equipos de climatización. Fuente: Pro Instalaciones (2022).

¿QUÉ EJEMPLOS EXISTEN PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA?

Hydronik es una empresa española especialista en tecnología hidráulica que desarrolló un sistema que contiene:

- Un equipo 3 en 1: sistema IHI sustituye al conjunto de depósito acumulador, el intercambiador de placas y las bombas de secundario y anti-estratificación. Además, es 2,5 más compacto que los acumuladores tradicionales ofreciendo la misma capacidad de producción.

- Reduce hasta en un 60% las pérdidas térmicas y de electricidad, disipación de calor del acumulador e intercambiador, emisiones de la caldera, consumo de bombas de primario y anti-estratificación, etc.
- Es un elemento no eléctrico, no se enchufa por lo que, por sí solo, no consume.
- Integración multienergía, ya que funciona con cualquier equipo que produzca calor. (Hydronik, 2024).

¿QUÉ ES ACS?

El sistema ACS es un sistema que se caracteriza por producir agua caliente sanitaria destinada para el consumo humano. El agua que se emplea para este servicio es agua potable procedente de la red de suministro público. El agua caliente puede ser para abastecer servicios de suministro en duchas, grifos, cocinas y es el segundo sistema después de la calefacción que consume mayor energía en los hogares.

(Tecnigrado, 2019).

¿CÓMO CONTRIBUYEN LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN INSTANTÁNEA DE ACS EN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN?

Los equipos de producción de ACS están preparados para lograr trabajar de forma compatible con agua precalentada proveniente de un sistema de acumulación de energía (*agua caliente*) preparada por un sistema con energía renovable. Por ejemplo, un sistema de captadores solares térmicos o una bomba de calor con rendimiento suficiente para ser considerada renovable, aerotérmica o geotérmica, pero con un compresor y un sistema de acumulación. De esta forma es posible configurar un calentador o caldera mixta como un equipo auxiliar de apoyo en la producción por renovables (Rodríguez, 2021).

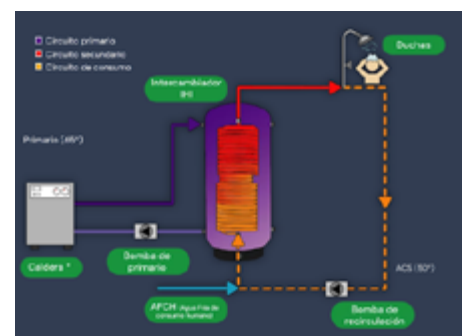


Imagen N°3: Equipo 3 en 1. Fuente: Hydronik (2024)

¿EXISTEN INICIATIVAS QUE ABORDEN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE?

Asociaciones empresariales, centros de investigación y organizaciones medioambientales se reunieron en España para apoyar la plataforma impulsada por ECO-DES (*Fundación de Ecología y Desarrollo*) que busca aprovechar y masificar las soluciones existente como rehabilitación, electricidad renovable, bomba de calor, solar térmica, soluciones híbridas en lugar de apostar o buscar nuevas soluciones que darán frutos en la próxima década. Esta considera:

Fortalecimiento de sinergias: cada construcción nueva o de rehabilitación es una oportunidad para instalar sistemas de calefacción de agua caliente sanitaria eficiente y renovable (*ECODES, 2022*).

Eficiencia energética: la estrategia de descarbonización del sector construcción debe partir por reducir la demanda de energía mediante la rehabilitación del parque de viviendas, para esto es necesario aumentar el número y alcance de las operaciones de rehabilitación (*ECODES, 2022*).

La coherencia de la información con los objetivos climáticos: la etiqueta energética de los sistemas de calefacción y ACS deben ser neutras y promover solo los sistemas eficientes (*ECODES, 2022*).

En nuestro país se están desarrollando iniciativas y cursos de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, relacionadas al uso de nuevas tecnologías para destinarlas al calentamiento del agua de uso sanitario, enfocadas en propiedades eficientes y de bajo consumo de combustibles fósiles (*Ditar, 2024*).

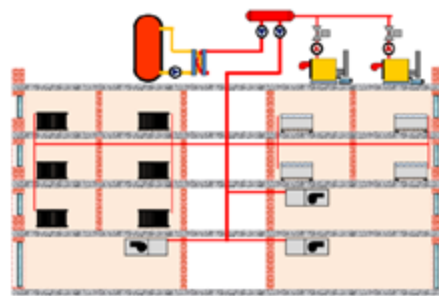


Imagen N°4: Esquema del Sistema de agua, sólo calor con caldera. En esta se muestra la posible producción de ACS. La distribución de calefacción se atiende con un único circuito a dos tubos (2T), con diferentes unidades terminales. Fuente: Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y ACS en edificios terciarios (2019).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » La fórmula secreta para descarbonizar la climatización: electricidad y renovables.
- » ERESEE 2020
- » Plataforma por la Descarbonización de la Calefacción y el Agua Caliente.
- » Plataforma por la Descarbonización: "Las soluciones de calefacción renovable están ya maduras".
- » (05) Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y ACS en edificios terciarios.
- » Descarbonización de la industria de calefacción, ventilación y aire acondicionado - Eurovent Certita Certification.
- » El papel de la bomba de calor como protagonista de la descarbonización de los edificios.
- » Equipos de Climatización: Eficiencia y confort - Portal CDT.
- » Agua Caliente Sanitaria: Todo lo que debes saber - Tecnigrado.
- » ¿Qué es el agua caliente sanitaria o ACS? - APREAN.
- » Agua caliente sanitaria (ACS) para ahorrar energía.

En el próximo boletín

Eficiencia energética en la construcción.

**Construye
Zero**

TACC01 Plataforma Pasaporte de Materiales

AVANCES EN UN REGLAMENTO PARA CERTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES

Hoy se puede dar uso a varios materiales que consideramos residuos industriales, los que, con un adecuado proceso, se podrían transformar en materias primas para uso directo o derivado de valorización; sin embargo, para esto se necesita contar con condiciones regulatorias que logren impulsar la Economía Circular en Chile.

Imagen N°1: Residuos Industriales.
Fuente: Economía circular (2024).



¿CONOCES LA LEY 7/2022?

La ley Española de residuos y suelos contaminados para una Economía Circular, en su Artículo 4 del capítulo I lo dedica a la gestión de los subproductos. Estableciendo procedimientos para desarrollar los criterios de evaluación para la consideración de estas sustancias u objetos de subproductos.

(BOE, 2022).

¿QUÉ AVANCES REGULATORIOS HAY EN CHILE?

Actualmente se trabaja en un proceso regulatorio para habilitar la certificación de subproductos industriales y materias primas secundarias, con el objetivo de reducir el uso de materias primas, disminuir o evitar la generación de residuos y lograr empleos verdes. Se busca presentar una propuesta de reglamento que pasará por un proceso de participación temprana, para luego someterlo a una consulta pública, con el objetivo de avanzar en el desarrollo de certificaciones y una infraestructura de calidad (Ministerio de Medio Ambiente, 2024).

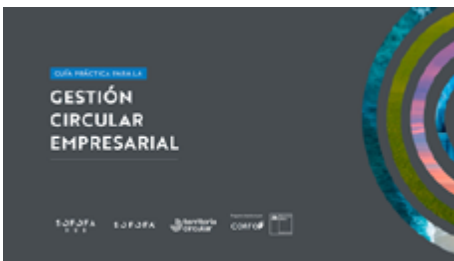


Imagen N°2: Guía práctica para la gestión empresarial. Fuente: Territorio Circular (2023).

En 2023, en el proyecto de bien de uso público “Generación de Estándares para la Reutilización de Módulos Fotovoltaicos”, en la mesa de trabajo N°2, la SOFOFA y el Ministerio de Medio Ambiente señalaron que existe una instancia en la que se desarrolla la estrategia para el uso de residuos industriales de diversa índole. El interés es poder regular, a través del Artículo N°48 de la Ley N°19.300, la definición de subproductos industriales, con la finalidad de establecer una certificación (Solar Circular 2023).

El año pasado se lanzó la “Guía práctica para la gestión circular empresarial”, un documento que fue el resultado de la colaboración liderada por SOFOFA, SOFOFA HUB y TERRITORIO CIRCULAR, en la que participaron 8 empresas congregadas con el objetivo de identificar, sistematizar y difundir las buenas prácticas que impactan positivamente en la economía circular.

En el texto se presentan 7 buenas prácticas que se crean a partir de la experiencia de las empresas participantes:

- Premios en licitaciones por compromisos circulares.
- Política de Economía Circular.
- Calculadora de emisiones GEI para proveedores de la minería.
- Comunicación Circular.
- Dashboard y EBITDA Circular.
- Comité de Circularidad.
- Incorporación de circularidad en contratación de servicios y compras de bienes.

Por otro lado, con el objetivo de fomentar la circularidad en el país, en 2022 se lanzó la “Estrategia de impulso a la circularidad mediante el fomento al uso de productos secundarios industriales y mineros en Chile”, iniciativa público - privada que permitirá desarrollar instrumentos para habilitar el uso de 8,6 millones de toneladas de residuos que se van a sitios de disposición final en el país. Mediante la firma de este convenio, Aceros AZA busca generar incentivos para que los residuos puedan ser reconocidos como materia prima para distintos procesos productivos.

El estudio realizado por el Centro de Medio Ambiente y Energía de SOFOFA y la Universidad de Concepción, indica que sólo un 10,5% de los residuos industriales en Chile son reciclados y valorizados como materia prima para otro producto, un número muy por debajo de los países de la OCDE que parten en un 60%. En el mismo estudio se logra identificar que la mayor cantidad de residuos proviene de plantas de tratamiento Efluentes “LODO”, lodos de cal, Cenizas de biomasa, escoria de acería, entre otros (Santillan, 2022).

Un ejemplo es que en países como Alemania, Bélgica y Finlandia, las escorias siderúrgicas dejaron de denominarse residuos y se recategorizaron como “árido artificial” como producto secundario, por lo que contar con un reglamento para aprovechar los subproductos es fundamental, ya que el mercado de valorización de residuos podría llegar a US\$400 millones, ahorrando 94 millones de toneladas anuales de CO2 y sustituir 78 millones de toneladas anuales de recursos naturales y materias primas (Cáceres, 2022).



Imagen N°3: Principales tipos de residuos industriales. Fuente: DF (2022).

¿QUIERES SABER MÁS?

- » “Generación de Estándares para la Reutilización de Módulos Fotovoltaicos”.
- » Industria Circular.
- » Ministerio del Medio Ambiente y SOFOFA lanzan estrategia de impulso a la circularidad industrial – MMA.
- » Estudio de Sofofa revela que sólo una décima parte de los residuos industriales se recicla y valoriza - Diario Financiero.
- » BOE-A-2022-5809 Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

En el próximo boletín

Normas técnicas disponibles para los materiales, ¿Consideran estándares ambientales? ¿Cuáles?



TACC02 Laboratorio para la Resiliencia y Durabilidad de los Materiales

CASO DE INELTEC, EQUIPOS DE SIMULACIÓN Y BANCOS DE ENSAYO: TESTEO DE MATERIALES RESILIENTES

En la búsqueda de soluciones y nuevas tecnologías que permitan realizar ensayos a productos ante un amplio rango de situaciones físicas y climáticas, Ineltec ha comenzado a ofrecer equipos de ensayo y simulación con excelente rendimiento, máxima precisión, fiabilidad y resistencia.



Imagen N°1: Proyecto calor - frío. Fuente: Philippi Prietocarrizosa Ferrero DU y Uría (2021).

¿QUÉ ES INELTEC?

Es una empresa española especializada en diseño y fabricación de equipos de simulación y ensayos. Cuenta con más de 30 años en el mercado y con más de 10.000 equipos instalados en todo el mundo. Diseñan y fabrican cámaras según las definiciones específicas del mandante con la capacidad de cumplir con diferentes objetivos de medición (Ineltec, 2024).

¿QUÉ EQUIPOS DE SIMULACIÓN DESARROLLA INELTEC?

Cámaras climáticas o térmicas compactas: las cámaras son capaces de reproducir distintas condiciones ambientales como calor, humedad y frío, acelerando el ciclo de vida de los productos con el objetivo de conocer la calidad del material. Los rangos de temperatura de los simuladores están entre los -70°C , pudiendo llegar a los $+180^{\circ}\text{C}$. Los equipos pueden tener un volumen de 150 a 2000 litros estándar. Estas cámaras son utilizadas en todos los sectores industriales y son fabricadas con chapa de aluminio lacado por el exterior, burlete de doble junta de silicona flexible en la puerta de acceso, mirilla de observación de multi cristal atemperado, 10 lunas selladas al vacío y 4 ruedas giratorias con 2 depósitos de freno que la transforman en un equipo ideal para todo tipo de usuarios, sumado el aislamiento interno que posee un coeficiente de conductividad térmica de $0,0136 \text{ Kcal/m}\cdot\text{h}^{\circ}\text{C}$ y coeficiente de transmisión térmica de $0,163 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$ (Ineltec, 2024).

Cámaras climáticas modulares: diseñadas para muestras de grandes dimensiones, cumplen el mismo objetivo que las cámaras compactas de someter productos a condiciones ambientales extremas para evaluar su resistencia. Estas cámaras son fabricadas con paneles desmontables, por lo tanto, su construcción es totalmente personalizada partiendo de los 2.000 litros. Para estos modelos existe la posibilidad que puedan instalarse radiadores solares, UV ultravioleta, infrarroja, nieve, lluvia y viento, con la finalidad de poner a prueba la estanqueidad de muestras. También es adaptable a sistemas de vibración (Ineltec, 2024).

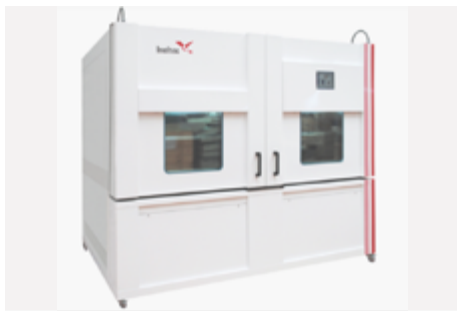


Imagen N°2: Modelo de Cámara Climática de la serie INECF e INECC. Fuente: Ineltec.es (2024)



Imagen N°3: Modelo de Cámara Calorimétrica. Fuente: Ineltec.es (2024)

Cámaras calorimétricas: están construidas a partir de dos cámaras climáticas de doble ambiente con diferentes condiciones ambientales. Se utilizan para pruebas de diferentes materiales de construcción, para el análisis de trasmisión térmica y aislamiento, como por ejemplo, los tabiques, puertas y ventanas (Ineltec, 2024).

Cámaras de corrosión: diseñadas para realizar ensayos de corrosión acelerada mediante ciclos alternativos y lograr reproducir condiciones medioambientales, etapas humidostáticas, climáticas y salinas. El rango de temperatura va desde los +15°C o -20°C hasta los 60°C y se fabrica en tres volúmenes 400, 1.000 y 2.000 litros (Ineltec, 2024).

Ineltec cuenta con equipos de estanqueidad, estabilidad, permeabilidad, hielo-deshielo, resistencia al fuego y reacción al fuego. Presta servicio técnico y acompañamiento para todos los equipos disponibles, siempre destacando que es posible confeccionar el equipo con las necesidades que el cliente requiera.

¿QUÉ HACEN LOS BANCOS DE ENSAYOS DE PRESIÓN?

Los bancos de ensayo de presión pulsante se fabrican para aplicar presión a muestras y comprobar en qué momento se fatigan. Se utilizan para generar un caudal de líquido con control de temperatura y detectar las fugas. Son equipos diseñados para ensayar radiadores, condensadores, conductos de agua, tuberías, sistemas de frenado, entre otros, logrando detectar fallas significativas en las muestras de productos que saldrán al mercado. (Ineltec, 2024).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » Cámaras climáticas de ensayos combinados.
- » Presión pulsante.
- » Ensayo de fuego realizado en el laboratorio de ensayos de fuego a gran escala para fachadas.
- » Equipos de simulación.
- » Estudio y modelización mediante CFD de una cámara climática.

En el próximo boletín

Innovación en el desarrollo de ensayos de laboratorios nacionales.

 **Construye
Zero**

TACC03 Gemelo Digital

PLATAFORMAS DE GESTIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO DE EDIFICACIONES

Los indicadores de gestión de desempeño en edificaciones son medidas cualitativas o cuantitativas que se utilizan para monitorear y evaluar aspectos de rendimiento y funcionamiento de una edificación a lo largo del tiempo, proporcionando información clave sobre el desempeño de las edificaciones; por ejemplo, en áreas de eficiencia energética, confort, seguridad, mantenimiento, sostenibilidad y costos operativos (Medina, 2024).

Calificación de eficiencia energética: indica el nivel de eficiencia energética del edificio según la certificación obtenida, ya sea LEED o BREEAM (García, 2022).

Consumo de energía: indica la cantidad de energía consumida por el edificio para calefacción, refrigeración, iluminación y otros usos (Muñoz, 2022).

Calidad del aire interior: indica la concentración de aire al interior de la vivienda como CO2, COV, partículas suspendidas, que pueden afectar la salud y confort de los ocupantes (Envira, 2024).



Imagen N°1: Indicadores de desempeño energético. Fuente: Energy Master (2024).

Huella de carbono: indica la cantidad total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociados al uso del edificio y su operación (Ces, 2022).

Índice de confort térmico: indica el grado de confort de los ocupantes del edificio, considerando factores como temperatura, humedad relativa y velocidad del aire (Díaz, 2017).

Costos de mantenimiento: indica los costos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo del edificio, incorpora mano de obra, materiales y servicios externos (Olivares, 2015).

¿SABES QUÉ ES UN SISTEMA BMS? (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM)

Es un sistema de gestión de edificios centralizado que controla y supervisa el correcto funcionamiento de los componentes inteligentes, para optimizar su funcionamiento. Estos componentes pueden ser los sistemas de climatización, ventilación, iluminación, seguridad, contaminación del aire interior, abastecimiento de agua, seguridad, entre otros. (Del Río, 2023).

¿QUÉ PLATAFORMAS DE GESTIÓN DE INDICADORES EXISTEN?

Energy Master: plataforma tecnológica que busca monitorear los consumos de energía mediante sensores inteligentes, analizar la calidad de energía recibida en la vivienda e identificar los potenciales ahorros existentes (Energymaster, 2024).

Netta: mediante la herramienta de monitoreo de impacto ambiental, busca medir temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, radiación solar y precipitaciones, tratándose de una solución integral para el monitoreo continuo y remoto (Nettra.tech, 2024).

Aire limpio: sistema de monitorización de la calidad del aire denominado SMOCAI para edificios, que consiste en la instalación de sensores que se conectan con el software alojado en la nube para realizar un análisis de métricas de la calidad del aire, integrándose con los sistemas de gestión del edificio para aportar un ahorro energético, brindando solo la ventilación o demanda que la edificación requiere (Aire Limpio, 2024).

Normalink de Normagrup: controla la iluminación general y alumbrado de emergencia DALI (Digital Addressable Lighting interface). Se pueden monitorear máximo 64 dispositivos con una distancia de 300 metros (Normalink, 2024).

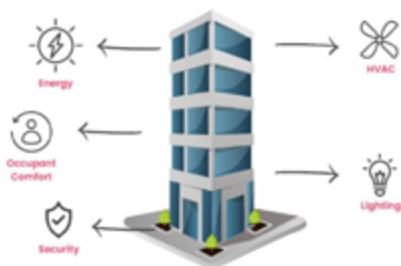


Imagen N°2: Sistema de gestión en edificio. Fuente: Zenatix- Manish Gupta 2023).

¿QUÉ ES EL HIGH PERFORMANCE BUILDING?

Es una edificación que desde la concepción, construcción y operación, muestra mayores y mejores rendimientos en cuanto al consumo energético, de agua, de calidad del aire interior, generando ahorros significativos a los usuarios (*copropietarios*), con espacios más confortables y eficientes (*Treviño, 2022*). La integración con la tecnología, lleva a que los high performance building sean obras adaptadas al siglo XXI, lo que las revaloriza. Comprar una de ellas, resulta una inversión inteligente. (*Infotools, 2022*).

Un ejemplo de ello, es la ciudad BBVA que cuenta con un edificio Vela torre circular de 19 pisos en Madrid. Este edificio abordó en su construcción criterios que permitieron lograr la máxima eficiencia energética y

un menor impacto ambiental. Para ello, se usaron materiales reciclados y sostenibles, sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias para el riego, además de 50,000 mil sensores que recogen datos acerca del estado de las instalaciones, condiciones ambientales, detección de personas, entre otros. Una vez operativo, recibe datos y genera un análisis a través de un sistema de control conectado al edificio, el cual mediante un software y algoritmos matemáticos, permite detectar incidencias en las instalaciones. De esta manera los usuarios pueden tomar decisiones adecuadas y adelantarse a posibles fallas, faltas de confort o corregir ineficiencias, generando un ahorro energético y económico (*Eugui, 2019*).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Monitoreo inteligente la clave para ahorrar - Energy Master.*
- » *Diseño de un sistema de control de gestión para la subdirección de operaciones habitacionales del serviu metropolitano.*
- » *Facility management of smart buildings in: International Review of Applied Sciences and Engineering Volume 9 Issue 2 (2018).*
- » *Building Management System (BMS).*
- » *Nettra.tech*
- » *Sistema de Monitorización de Calidad de Aire (SMoCAI®).*
- » *Plataforma de gestión para sistemas de iluminación DALI.*
- » *Normalink.*
- » *Sistemas BMS para la gestión inteligente de edificios.*
- » *Indicadores de sostenibilidad clave en los proyectos.*
- » *Comportamiento térmico de viviendas por efecto invernadero del vidrio en verano.*
- » *Simulación y análisis de consumos energéticos del edificio Casa Central usando Energy Plus.*
- » *¿Cómo medir la calidad del aire interior? Nanoenvi IAQ - Envira.*
- » *Aportes y Beneficios de los High Performance Building.*
- » *Mantenimiento integral de edificios e instalaciones : análisis y medidas de mejora.*
- » *Manual de Evaluación y Calificación.*
- » *Ciudad BBVA: un diseño Herzog & de Meuron para la transformación digital.*
- » *Inteligencia artificial y algoritmos 'verdes' para mejorar la eficiencia energética de Ciudad BBVA.*

En el próximo boletín

Avances en los gemelos digitales + IA.

 **Construye
Zero**

TACC04 Plataforma de Optimización y Eficiencia Energética

BASES DE DATOS DE MATERIALES Y SUS PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



Imagen N°1: eficiencia energética en una edificación. Fuente: CIC Informático (2023).

¿QUE ES UNA BASE DE DATOS DE MATERIALES?

Es una herramienta donde se almacena la información de forma organizada y dentro del sistema informático. Está organizada de una manera que se pueda consultar sin complicaciones en cualquier momento y por cualquier usuario (Nextu, 2022).

Las bases de datos de materiales eficientes energéticamente son un recurso valioso, pues recopilan información clave respecto de materiales que tienen propiedades específicas y que contribuyen a la eficiencia energética en diversas aplicaciones para el rubro de la construcción. Muchos materiales están diseñados para mejorar la conservación de energía,

facilitar el almacenamiento de energía de manera eficiente y reducir pérdidas energéticas. Los diseñadores y proyectistas pueden recurrir a estas bases de datos para optimizar sus proyectos de forma eficiente, conociendo los distintos parámetros de los materiales o, en definitiva, nuevos materiales que pueden incorporar (Medina, 2024).

¿QUÉ PLATAFORMAS DE BASE DE DATOS EXISTEN?

Existen diversas plataformas con base de datos que proporcionan información sobre materiales. Estas pueden tener distintos enfoques, desde materiales para aplicaciones de energía renovable y almacenamiento, hasta materiales para aplicar en la construcción con energía renovable.

Materials Project: Plataforma que proporciona datos sobre la eficiencia energética de algunos materiales, como sus propiedades termoeléctricas y su idoneidad para aplicaciones relacionadas con la energía, aunque inicialmente se enfocó en la producción de estructuras cristalinas y las propiedades de los materiales inorgánicos. Esta plataforma es un proyecto de varias instituciones con la finalidad de calcular las propiedades de todos los materiales y entregar los algoritmos de los análisis asociados a cada investigador de material de forma gratuita, con el objetivo de disminuir drásticamente el tiempo necesario para inventar nuevos materiales. Hoy la ciencia computacional, es suficientemente poderosa como para predecir las propiedades antes de que los materiales se sinteticen en el laboratorio (Materials Project, 2024).



Imagen N°2: Proyecto de materiales cifras. Fuente: Material Project (2023).

NIMS (MatNavi) Materials Database: Esta base de datos contiene información sobre propiedades de materiales, incluyendo metales, cerámicas, polímeros, diagrama de fase, estructura electrónica computacional, además ofrece aplicaciones de sistema de predicción de propiedades y diseño compuesto. Los usuarios pueden registrarse de forma gratuita y explorar la base de datos (Instituto Nacional de Ciencias de Materiales de Japón, 2024).

Citrine Informatics: Plataforma que utiliza la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para analizar grandes cantidades de datos de materiales y acelerar el desarrollo de nuevos materiales, transformando la forma de fabricar productos, logrando una optimización de costos, adaptabilidad

regulatoria y productos más sostenibles que consuman menos energía, ayudando a las empresas al desarrollo de sus productos y componentes con un mayor rendimiento (Citrine, 2024).

MatWeb: Base de datos con capacidad de búsqueda de propiedades de los materiales, incluyendo hojas de datos de polímeros termoplásticos, nylon, policarbonato, metales, cerámica y fibras, solo por nombrar algunos ejemplos de la información que posee (MatWeb, 2024).

JARVIS-DFT: Plataforma desarrollada por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) de Estados Unidos, que proporciona datos de cálculos ab initio para materiales de interés en aplicaciones de energía, albergando datos de propiedades de materiales para 40.000 materiales cristalinos a granel y 1.000 de baja dimensión (Jarvis, 2020).

Ecoinvent: Aunque no es exclusivamente de materiales, esta base de datos de inventarios de ciclo de vida incluye información detallada sobre el impacto ambiental de una amplia gama de materiales y procesos, lo que puede ayudar a evaluar la eficiencia energética de diferentes materiales y tecnologías, cubriendo una amplia gama de sectores, contiene más de 20.000 conjuntos de datos (Ecoinvent, 2024).



Imagen N°3: Acceso Jarvis. Fuente: Jarvis,(2020).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Mide La Eficiencia Energética De Forma Sencilla Y Precisa: Descubre Cómo.*
- » *Materials Project - About.*
- » *Matweb.*
- » *NREL Materials Database.*
- » *Bases de datos sobre eficiencia y demanda energética.*
- » *Diferencias entre los modelos de base de datos UPDM y PODS.*
- » *Base de datos de flujos de materiales globales | Panel de recursos.*
- » *Modelo para estimar el rendimiento de una base de datos distribuida mediante teoría de colas.*
- » *MatNavi.*
- » *The AI Platform for Materials & Chemicals.*
- » *Database - ecoinvent.*
- » *JARVIS-DFT | NIST.*
- » *NIST-JARVIS.*
- » *Introduction to JARVIS website.*
- » *Bases de datos: ¿qué son y cómo gestionarlas con eficiencia?*

En el próximo boletín

Arquetipos de viviendas.

 Construye
Zero

TACC05 Módulo Multipropósito “Net Zero”

SOLUCIONES MODULARES: BENEFICIOS Y DESAFÍOS

La construcción modular es una forma de construir basada en el ensamblaje de módulos estandarizados habitables, que logran flexibilidad y personalización en la vivienda. Suelen utilizarse materiales como madera, hormigón y acero. Este tipo de construcción suele ser innovador por estar fuera del sitio de emplazamiento definitivo y son fabricadas bajo condiciones controladas (Promet, 2022).

En el transcurso de los últimos años, la construcción modular ha ganado popularidad en la industria, como una alternativa innovadora frente a métodos de construcción tradicionales. Se enfoca principalmente en ensamblar componentes pre-construidos en fábrica para aumentar la productividad, que en las últimas décadas se ha visto estancada (Coinge, 2024).

¿QUÉ VENTAJAS TIENE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR?

Eficiencia en el tiempo de construcción: la fabricación en un espacio controlado permite realizar una cantidad mayor de tareas en paralelo y acelerar los procesos constructivos, reduciendo el tiempo de entrega de las unidades para la correcta instalación (Coinge, 2024).

Sustentabilidad: reducción del desperdicio en materiales versus la construcción convencional, la reutilización de los distintos elementos modulares en distintos proyectos contribuye a minimizar el impacto ambiental (Coinge, 2024).

Control de calidad: la prefabricación de los módulos en entornos controlados, garantiza una mayor precisión y calidad en comparación con los métodos tradicionales de construcción, haciendo que el control de calidad pueda realizarse de manera efectiva en cada etapa del proceso de fabricación (Coinge, 2024).

Flexibilidad y personalización: la modularidad logra una mayor flexibilidad del diseño, facilitando la adaptación de diferentes necesidades y requisitos. Logrando módulos que se pueden combinar y configurar de diversas formas para expandir futuros edificios (Coinge, 2024).



Imagen N°1: Construcciones Modulares. Fuente: Coinge (2024).

Sin lugar a dudas, hoy tiene un papel fundamental para generar un cambio en la construcción, prefabricando elementos, reduciendo los impactos ambientales generados en la construcción tradicional y fomentando construcciones más eficientes y sostenibles (Honrubia, 2022).

Reducción de costos: la fabricación en masa de módulos, puede conducir a economías de escala, lo que puede resultar en costos más bajos en comparación con la construcción tradicional. Además, la reducción del tiempo de construcción puede llevar a ahorros en mano de obra y costos de financiamiento (Coinge, 2024).

Menores retrasos por problemas de tiempo: por ser una construcción terminada en fábrica, reduce las molestias por inclemencias meteorológicas y el riesgo de retrasos en la obra (Promet, 2022).

Construcción más segura: el entorno de construcción interior reduce los riesgos de accidentes y responsabilidades relacionadas con los trabajadores (Promet, 2022).

Mejor diseño de construcción BIM: la construcción modular puede ser potenciada cuando se trabaja desde una plataforma BIM, la que permite una visualización para evaluar el rendimiento energético, aislación e identificar las medidas potenciales con mayor eficiencia en el costo (Promet, 2022).

Variedad de estructuras: al tratarse de módulos independientes, cada uno puede tener sus particularidades y diferencias técnicas, lo que permite crear una gran variedad de estructuras para múltiples usos (Promet, 2022).

¿SABÍAS QUE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR 3D ES UNO DE LOS MÉTODOS MODERNOS DE CONSTRUCCIÓN (MMC)?

Corresponde al MMC 01, que aborda elementos volumétricos que forman parte del sistema estructural, fabricados en condiciones controladas previo a su instalación (CTEC, 2024).



Imagen N°2: Hop House, Mini Casas que se montan en tres horas. Fuente: Ecoinventos (2024).

¿CUÁLES SON LOS DESAFÍOS DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR?

Diseño y planificación: la modularidad requiere un diseño cuidadoso y una planificación detallada para garantizar que los módulos puedan ser ensamblados de manera eficiente y cumplan con los requisitos del proyecto. La coordinación entre diseñadores, ingenieros y fabricantes es primordial para garantizar que los componentes se ajusten perfectamente y cumplan los requisitos del proyecto. (Coinge, 2024).

Transporte y logística: el transporte de los módulos al sitio de construcción implica una planificación y coordinación que debe ser cuidadosa y puede ser costosa en proyectos ubicados en zonas difíciles de acceder (Ojeda, 2024).

Limitaciones estructurales: limitaciones de tamaño y peso son aún desafíos que influyen muchas veces en la escala y el diseño del edificio o casa, algunos incluso no son viables estructuralmente por ser de gran altura o formas arquitectónicas completas (Coinge, 2024).

Costos iniciales: si bien dentro de sus beneficios está la reducción de costos por ser más eficiente en materiales y tiempos, los costos de inversión inicial en fábricas y equipos pueden ser más altos en comparación con construcciones tradicionales, donde la inversión inicial es menor. (Coinge, 2024).

A medida que las técnicas continúen evolucionando, la construcción modular tiene un potencial de revolucionar la forma de construir edificios, ofreciendo soluciones más rápidas, flexibles y sostenibles para las necesidades de la sociedad actual (Medina, 2024).

EJEMPLO DE MÓDULO PREFABRICADO

Connect Home: Es una empresa de casas prefabricadas dentro de las cuales se encuentra Culver City 6T, la cual fue construida con 11 módulos habilitados con sistemas y tecnología ecológica Net Zero. Cuenta con un sistema de aguas grises y un ERV (ventilador de recuperación de energía) en toda la casa, listo para instalar en cualquier lugar (Gallegos, 2022).



Imagen N°3: Modelo de casa prefabricada Connect Home (2024).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Construcción modular: Ventajas y desafíos en la arquitectura.*
- » *Hop House, las mini casas que se pueden montar en sólo 3 horas – Portal CDT.*
- » *El avance de la construcción modular - Promet Perú.*
- » *Beneficios y desafíos de la construcción modular – Portal CDT.*
- » *Ventajas de la construcción modular y reutilizable.*
- » *Propuesta de industrialización de viviendas prefabricadas con contenedores marítimos de carga.*
- » *Evaluación a la implementación del sistema constructivo modular en construcciones VIS.*
- » *02-034 Present and future of modular construction.*
- » *El estadio desmontable del Mundial de Qatar – Portal CDT.*
- » *Así es la casa prefabricada Net Zero: tecnología ecológica asequible en dos plantas y patio central.*
- » *Connect-homes.*

En el próximo boletín

Upgrade en soluciones modulares:
Accesorios que pueden mejorar su comportamiento e impacto.

TACC06 Sistemas de ERNC

BATERÍAS DE SODIO

El sodio (*Na*) es un candidato para las nuevas tecnologías de baterías. En comparación con el litio, el sodio está disponible en mayor abundancia en varias regiones del mundo, proporcionando una cadena de suministros más estable y rentable, ya que se utilizan materiales más económicos, incluidos cátodos y ánodos a base de sodio. Esto las hace potencialmente más viables para proyectos de almacenamiento de energía a gran escala (*Browne, 2023*). Sin embargo, su rendimiento es limitado, debido a que después de unos pocos ciclos de carga-recarga su rendimiento decae a bajos niveles obstaculizando sus aplicaciones para algunos proyectos.

La agencia internacional de Energía provee un crecimiento de casi un 350% en la capacidad de producción de baterías de sodio, pasando de un 42 GWh/año a 186 GWh/año, esto impulsado por los fabricantes chinos que *-se prevé-* en el 2030 sean productores del 95% de estas baterías.



Imagen N°1: Batería de Sodio. Fuente: Ex-ante (2023).

¿QUÉ PLAYERS DESTACAN EN EL DESARROLLO DE BATERÍAS DE SODIO?

CATL es el mayor fabricante de baterías del mundo. En 2021 lanzó al mercado la primera generación de baterías de sodio de 200 Wh/kg (*Careaga, 2024*). Este avance también se ve reflejado en la compañía BYD, el mayor fabricante de coches eléctricos en 2023, que trabaja en el lanzamiento de sus primeros modelos propulsados con baterías de sodio (*Gómara, 2023*).

Sin embargo, China no es el único país que incursiona en la fabricación de estas baterías. En Europa, Northvolt anunció la primera generación de dispositivos de NA, con una densidad de 160 Wh/kg desarrollada para la expansión de sistemas de almacenamiento de energía sostenible, debido a que la celda diseñada se produce con minerales como el hierro y el sodio que abundan en los mercados globales, basada en ánodo de carbono duro y un cátodo de blanco de Prusia que no contienen litio, níquel, cobalto ni grafito (*Northvolt, 2023*).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LA BATERÍAS DE SODIO?

- El metal alcalino es el sexto material más abundante en la tierra, lo que permite desarrollos de I+D en constante crecimiento (*Cambio Energético, 2024*).
- Las baterías de sodio pueden ser utilizadas para una amplia gama de aplicaciones como: almacenamiento de energía renovable para hogares y empresas, almacenamiento en red, energía de respaldo (*Cambio Energético, 2024*).
- La eficiencia energética de las baterías, debido a su capacidad para cargarse rápidamente sin comprometer la calidad del rendimiento (*Cambio Energético, 2024*).
- La relativa estabilidad de las baterías de sodio marca la diferencia en las pruebas de fuego (*Cambio Energético, 2024*).
- Los materiales son menos costosos que los utilizados en las baterías de litio, siendo aproximadamente un 30% más económicos (*Cambio Energético, 2024*).
- Las baterías de sodio son seguras y ecológicas, ya que no requieren litio, cobalto, cobre o níquel, disminuyendo los gases tóxicos al medio ambiente (*Cambio Energético, 2024*).

¿QUÉ ES UNA BATERÍA DE SODIO?

Es una batería recargable que funciona de manera similar a la batería de litio. Transporta la carga utilizando iones de sodio (*Na+*) versus los iones de (*Li+*). El sodio es un metal alcalino blando de color plateado, muy abundante en la naturaleza. Se puede encontrar, por ejemplo, en la sal marina o en la corteza terrestre. (*Cambio Energético.com, 2024*)

La estabilidad de las baterías de sodio frente a temperaturas extremas las hace adecuadas para condiciones climáticas adversas, debido a que a -20°C la batería conserva un 90% su capacidad nominal (*Cambio Energético, 2024*).



Imagen N°2: Previsiones de mercado en base a perspectivas futuras de baterías de sodio. Fuente: CIC energigune (2023).

¿CUÁLES SON LAS DESVENTAJAS DE LAS BATERÍAS DE SODIO?

- Pocas empresas operando en el segmento de las baterías de sodio genera que sean más caras (Juárez, 2023).
- La tecnología para la fabricación masiva aún se encuentra en desarrollo (Juárez, 2023).
- Los iones de sodio tienen limitaciones de flexibilidad, por lo que no se pueden convertir en formas prismáticas (Juárez, 2023).
- Tiene un ciclo de vida de 5.000 veces, significativamente menor que el ciclo de fosfato de hierro y litio que va de 8 mil a 10 mil veces (Juárez 2023).

El desarrollo de esta nueva generación de baterías es determinante para el almacenamiento de energía futura, y clave para la descarbonización y la transmisión de energía frente a los desafíos del cambio climático (Iberdrola, 2024).

¿CÓMO ES LA FABRICACIÓN DE LAS BATERÍAS DE IONES DE SODIO?

Actualmente fabricar baterías de sodio es más caro que fabricar baterías de litio debido a los bajos volúmenes y a la falta de una cadena de suministro desarrollada. Sin embargo, tienen el potencial de ser más baratas en el futuro, alcanzando una producción de GWh mucho mayor.

La mayoría de las tecnologías de iones de sodio actuales emplean los mismos procesos que las baterías de litio, lo que presenta una ventaja frente a otras tecnologías de almacenamiento en desarrollo, beneficiándose de toda la economía y conocimiento proveniente del litio. Se debe destacar que adaptar una planta de litio a una de sodio requiere de un 10% adicional de gasto de capital (Iberdrola, 2024).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » 2024: ¿El gran año de las baterías de sodio? - CIC energigUNE.
- » Baterías de sodio ganan terreno mientras que industria del litio esperan definiciones del gobierno.
- » Baterías de sodio ¿alternativa al litio para almacenamiento de energía?
- » La nueva generación de baterías CATL podría influir en el mercado del vehículo eléctrico - El Grand Continent.
- » Northvolt presenta una batería de sodio de alto rendimiento más barata que las LFP.
- » La irrupción del sodio como alternativa al litio para el desarrollo de baterías - Universidad de Chile.
- » Baterías de iones de sodio: la revolución en el almacenamiento de energía renovable - Iberdrola.
- » La Batería de Sodio.
- » Sodium-ion batteries: A promising candidate for new battery technology.
- » Longer lasting sodium-ion batteries on the horizon - ScienceDaily.
- » The weekend read: Sodium-ion batteries go mainstream.
- » ¿El fin del litio? Las baterías de sodio son más eficientes y baratas - Business Insider España.
- » Litio vs. sodio en baterías: ¿cuáles son mejor alternativa?

En el próximo boletín

Soluciones de energía renovable combinadas, ¿Qué pasa si utilizamos el sol, el viento, el agua y la tierra de manera combinada para generar?

TACC07 Fachadas Adaptables Industrializadas

DESAFÍO DE TRASLADO Y MONTAJE DE LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS

La construcción industrializada está transformando a la industria de la construcción, invitando a innovar y utilizar procesos constructivos cada vez más eficientes y optimizados, logrando mecanizar los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y demolición de las edificaciones, lo que genera productos de mayor calidad y sostenibles con el medio ambiente, aportando hacia la construcción 4.0.

Si bien las ventajas que se destacan con frecuencia son la reducción del tiempo de ejecución, reducción de riesgos laborales y reducción de costos, este modelo constructivo no está exento de desafíos correspondientes a la logística.

(Sisternes, 2023).

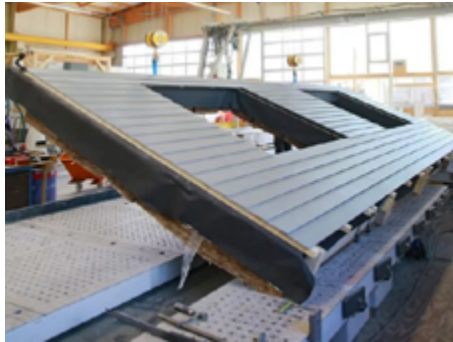


Imagen N°1: Fachada industrializada en taller. Fuente: Reto Kommerling (2023).

¿SABÍAS QUE EL CONTROL DE CALIDAD ES CLAVE PARA LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS?

Hacer control de calidad previo a la salida de fábrica y posteriormente en la llegada del elemento prefabricado a obra, es un requisito previo para comenzar con el montaje de las piezas (Aguilera, 2023).

¿CUÁLES SON LOS DESAFÍOS DEL TRASLADO Y MONTAJE DE FACHADAS INDUSTRIALIZADAS?

Los principales desafíos por resolver están relacionados a la limitación de las dimensiones y peso que existe, debido a la restricción de la capacidad del transporte, manipulación y traslado. La coordinación del transporte para retirar desde la fábrica y lograr el montaje en el tiempo determinado puede ser complicado si se trata de piezas grandes o de un transporte especializado (Medina, 2024).

Coordinar que el acceso del transporte al sitio de instalación se viable es muy importante, junto con asegurar que todas las partes involucradas estén sincronizadas y cumplan con los plazos para evitar problemas. Por ello, es importante la revisión del diseño preventivo para que la instalación sea precisa, utilizando muchas veces técnicas de montaje especializado (Ojeda, 2024).

Por último, la seguridad juega un papel fundamental. Se deben implementar procedimientos de seguridad adecuados para cada montaje, considerando condiciones climáticas, espacio, equipos y dimensiones de elementos de izaje, además de capacitar al personal en prácticas de montaje.

¿QUÉ ESTRATEGIAS SE PUEDEN IMPLEMENTAR PARA SUPERAR LOS DESAFÍOS?

Lo primero que se debe realizar antes de trasladar la fachada a la obra, es una lectura topográfica de cómo está el edificio (si ya está terminada la OG) o ir monitoreando constantemente para lograr advertir cambios previamente a que los elementos sean fabricados o trasladados. Posteriormente al chequeo inicial se deben replantear todos los anclajes del sistema constructivo de fachada industrializada, según sea el caso. Con estas medidas preventivas se puede dar luz verde a la llegada de los elementos a obra para la correcta instalación, verificando previamente la programación, lugar desde donde se comienza a instalar, revisión de equipos de izaje, personal con sus implementos de seguridad. Se debe contar con una planificación clara y conocida por todo el personal de la instalación, de esta forma se podrán anticipar y mitigar las posibles dificultades que puedan existir al momento de la instalación correcta (Lignum Tech, 2023).



Imagen N°2: Montaje de paneles de fachada- personal de obra sin EPP. Fuente: Reto Kommerling (2023).

¿EL USO DE TECNOLOGÍA PUEDE APOYAR LOS PROCESOS DE TRASLADO Y MONTAJE?

El uso de tecnología avanzada es clave para obtener un buen desempeño, tanto en la fabricación como en el montaje de fachadas industrializadas, como por ejemplo: equipos de medición precisos para la correcta ubicación de los elementos de fijación, instalación de fijaciones robotizadas, diseños mediante la metodología BIM, uso de last planner system, equipos de grúa con alta capacidad de izaje, medidores de viento, controladores de clima, gps y gestión de inventarios, entre muchas más. Se hace fundamental también, analizar los diseños y materiales elegidos de fabricación mediante software que permitan identificar posibles fallas en los diseños (Aguilera, 2023).



Imagen N°3: Equipo de montaje lateral para almacenamiento de elementos prefabricados. Fuente:Reto Kommerling (2023).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » Vivienda industrializada asume retos en la construcción en 3D y 2D - El Diario Inmobiliario.
- » Sistemas industrializados y prefabricación: Productividad y eficiencia constructiva - Portal CDT.
- » La edificación modular un desafío a las leyes de la gravedad.
- » Construcción industrializada: ¿Qué es y qué tipos existen? - Reto KÖMMERLING.
- » ¿Cómo se instala la fachada industrializada de Lignum Tech?.
- » Montaje preciso.
- » TALLER: industrialización de fachadas | AIRE 2020.
- » Fachadas inteligentes: una tecnología que se adapta al clima.
- » Evaluación de sistemas de prefabricación en madera: un estudio analítico del potencial de la industrialización como alternativa para la construcción de viviendas de protección oficial en España.
- » Estudio del impacto de los avances tecnológicos en la productividad de la industria de la construcción.

En el próximo boletín

Desempeño térmico de fachadas industrializadas.

 **Construye
Zero**

TACC08 Edificio Industrializado ProZero

EDIFICIOS MODULARES: EXPERIENCIA DEL EDIFICIO HOLON

BROAD Group completó en el 2021 la construcción de un edificio residencial prefabricado de 10 pisos en la ciudad de Changsha, en la provincia oriente de Hunan, China. Denominado como Edificio Holón, sólo tardó 28 horas con 45 minutos en ser construido. Corresponde a una estructura de acero inoxidable desarrollada por BROAD. Las vigas y columnas están fabricadas con perfiles de acero de paredes gruesas, la losa de piso denominada "B-Core" son "super fuertes" y "ultraligeras", sin necesidad de llevar hormigón. Tanto la envolvente como las ventanas, paredes e instalaciones, son armadas en su fábrica con sistemas inteligentes tan precisos que se pueden comparar con la fabricación de un auto de lujo. Tanto las fijaciones como los pernos, se instalan in situ generando un rendimiento de instalación en obra de tres pisos por día (Broad, 2023).

Este edificio al ser construido en acero S32001 y ACX 920, es extremadamente duradero, resiste a los terremotos y posee una vida útil de más de 1.000 años. Además el sistema de purificación de aire desarro-



Imagen N°1: Edificio Holón. Fuente: Broad (2023).

llado por Broad para este prefabricado proporciona un aire fresco 100% purificado y que elimina la infección cruzada y filtra el 99,9% de las partículas PM2,5. También se pensó en la reducción de las emisiones de carbono de un 90% en comparación con los edificios tradicionales. El diseño de los módulos prefabricados está pensado para lograr cambios flexibles, a través de distintas configuraciones de edificios, distribución de pisos y posiciones de habitaciones, logrando el producto que el cliente requiera (Broad, 2023).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS IDENTIFICADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO?

1. Instalación en sitio solo se necesita reforzar tornillos, bajo costo y bajo riesgo en la calidad del producto.
2. Resistencia sísmica, 10 veces más ligero que el hormigón armado con la misma resistencia.
3. Reducción de hasta el 90% en gastos de energía en comparación con la arquitectura convencional, bajo en emisiones de carbono.
- 4.- Aislación interior del ruido urbano.
- 5.- Sistema de escape de incendio por balcón, lo que garantiza la seguridad en los escapes.

¿QUÉ ES LA LOSA BROAD DE ACERO INOXIDABLE B-CORE?

En 2018 fue desarrollada exitosamente por Broad, reemplazando el acero al carbono por acero inoxidable. Este tipo de losas permiten una mayor resistencia, ya que se trata de dos láminas de acero entre las cuales se colocan los cilindros de acero perpendiculares, unidos mediante soldadura de cobre a 1.100°C. La fabricación de esas losas se realiza en hornos en donde en menos de 4 horas de soldadura es posible tener 240 metros cuadrados de losa (Lulian Cretu, 2023).



Imagen N°2 Sistema de losas B-Core. Fuente: Broad (2023).

¿SABIAS QUÉ?

El costo del Edificio Holon es más bajo, debido al bajo consumo de energía y tasa de fallas en la operación. Esto es cinco veces menor a los edificios tradicionales. La producción optimizada tiene una eficiencia 20 veces mayor que la de la construcción tradicional.

(Broad, 2024).

¿EN QUÉ CONSISTE EL SISTEMA MODULAR DEL EDIFICIO?

El sistema modular fue diseñado a partir de módulos estándar cuyas dimensiones son de 12,19 metros de largo y 2,44 metros de ancho y 3 metros de altura. De esta forma, los módulos son transportables en camiones convencionales sin alterar el tránsito vehicular por sobrecargos. El edificio está compuesto por 56 módulos que se fabrican en 15 días en un entorno controlado de la fábrica. Una de las peculiaridades del módulo constructivo es el abatimiento de una de sus caras, lo cual va conformando la continuidad de la construcción interior del edificio (Lulian Cretu, 2023).

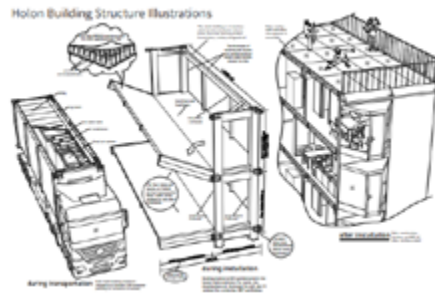


Imagen N°3 Modulo prefabricado. Fuente: Broad (2023).

¿CÓMO ES EL SISTEMA DE UNIONES DE REFUERZO UNIÓN PILAR - VIGAS?

La característica más relevante del edificio Holón es su sistema de uniones atornilladas que se da entre módulos. En los cimientos, estos módulos se conectan mediante postes que tienen la misma sección que los pilares de los módulos 360x180 mm que están soldados a una placa de anclaje, la cual se encuentra empotrada en la zapata corrida del edificio previamente ejecutada in situ.



Imagen N°4 Detalle de Refuerzo Pilar - Vigas. Fuente: Lulian Cretu(2023)

La estructura de los módulos es completamente ortogonal, debido a que no dispone de ninguna triangulación. Los módulos recogen toda la carga de vanos en grandes luces, tratándose de piezas macizas. El nudo sirve para piezas de enganche y guías al momento de elevar y situar los módulos. Desde el nudo en la esquina se fija la estructura del módulo y se instalan unos refuerzos, cada 12 metros se colocan refuerzos verticales en fábrica para dar rigidez a la estructura (Lulian Cretu, 2023).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » Increíble: construyeron un edificio de 10 pisos en menos de 29 horas.
- » Construye 10 pisos en un día.
- » Holon Overview: Holon Building leads the global building upgrading.
- » Cezar Iulian Cretu Arquitectura Industrializada. Bisección de un proceso constructivo.

En el próximo boletín

Sistemas de fundaciones por medio de tornillos de tierra.

Construye
Zero

TACC09 Edificio Industrializado

CÓDIGO DE MODELO SÍSMICO EN MADERA

La actividad sísmica en el Caribe y América Latina plantea desafíos constantes en términos de mitigación y preparación ante riesgos. En la actualidad, el riesgo de sismo de gran magnitud es real y latente; por lo que los países se ven enfrentados constantemente a recordar su sismicidad frente a metodologías y procesos constructivos nuevos, con la finalidad de que se reduzca el impacto de estos fenómenos en las viviendas e infraestructura pública (ICconstrucción, 2023).

Dentro de la búsqueda de nuevos métodos viables y sustentables para la construcción, surge la necesidad de evaluar como una posibilidad la construcción de viviendas de más de dos pisos en madera, edificaciones que -debido a la capacidad de la madera- poseen una mayor deformación elástica y su diseño sísmico está centrado en la vulnerabilidad de las uniones por sobre la falla de la materia prima. Esto demuestra que estas características se imponen frente a una catástrofe y es improbable que una construcción en madera llegue a colapsar (Madera 21, 2022).

¿CÓMO RIGE EL CÓDIGO DE MODELO SÍSMICO EN EL CASO DE LA MADERA?

El código de Modelo Sísmico se ha desarrollado con el objetivo de establecer normas y pautas de construcción que permitan reducir riesgos sísmicos, garantizando la seguridad de las personas y las estructuras en caso de terremotos. Este es un documento de referencia voluntario, elaborado de manera colaborativa por instituciones públicas, profesionales y especialistas, abordando las realidades sísmicas de América Latina y el Caribe. Este documento, establece los estándares mínimos que consideran los códigos, reglamentos y normas sísmicas nacionales (Código Modelo Sísmico, 2024). Uno de los avances destacados es la propuesta del diseño sísmico para estructuras de madera, cuya primera versión se presentará en la séptima vigilancia a realizarse este año.

De acuerdo al Doctor Pablo Guindos (2022), lo que ocurre con la madera es que la energía sísmica se disipa por medio de las uniones, entonces, cuanto más uniones tenga un edificio de madera, más va a disipar la energía. Por este motivo es que muchos diseños tienden a tener muchas uniones; por lo que existen múltiples elementos estructurales en lugar de tener una gran viga, una gran columna o un gran muro.



Imagen N° 1: Elevación de edificio en madera. Fuente: Madera 21 (2022).

¿QUÉ DICE LA NORMATIVA CHILENA?

En Chile, la NCh1198-433 de construcciones en madera no entrega disposiciones que permitan a los ingenieros calcular la resistencia y rigidez de un edificio estructurado con muros de madera. Por otro lado, el límite de deformación máxima de entrepisos que exige la norma sísmica NCh433 es $0,002 H$ (H es la altura del entrepiso). Este límite es bastante exigente y provoca que los edificios de estructura de muros de madera sea difícil de cumplir, obligando a diseñar estructuras rígidas provocando un problema para la madera que tiene estructuras flexibles (Madera 21, 2016).

Se espera que las modificaciones a las normas permitan diseñar muros de madera, con la finalidad de construir edificaciones de media altura en madera sísmicamente resistentes (Madera UC, 2022).

¿SABIAS QUÉ?

Existe el método de modelación computacional para diseños sísmicos de edificios de mediana altura compuestos de muro de corte de madera utilizando el sistema de marco - plataforma.

Este método permite simplificar el desarrollo de proyectos de este tipo, mediante una metodología que se adapta a las prácticas utilizadas en oficinas de ingeniería para el diseño sísmico en mediana altura (Elijo Madera, 2021).



Imagen N°2: Estructura edificación de madera mediante vigas y columnas. Fuente: Madera 21 (2022).

EN CHILE, ¿QUÉ EJEMPLOS O ENSAYOS SÍSMICOS SE HAN REALIZADO EN EDIFICIOS EN MADERA?

El laboratorio de Ingeniería Estructural y Geotécnica de la UC realizó el primer ensayo sísmico de una edificación de madera para analizar la capacidad de respuesta y potenciar el desarrollo de viviendas sociales en altura.

El ensayo muestra el comportamiento que tendrían estas construcciones en tecnologías antisísmicas frente a un terremoto de magnitud 8,8 MW, similar al ocurrido el 27 de febrero de 2010.

José Almazán, profesor de ingeniería estructural, comenta que lo realizado fue medir la respuesta de la madera en edificaciones, en el caso de un edificio de tres pisos, con sistema de aislamiento sísmico de tipo péndulo friccional (UC, 2022).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » *Comportamiento de la madera ante los terremotos: una eficiencia probada que aventaja al hormigón en estándares de seguridad.*
- » *Participación IGR 2021 Actualización NCh1198 y NCh433 Construcción en Madera en Chile.*
- » *Realizan primer ensayo sísmico de una edificación de madera.*
- » *El papel del Código Modelo Sísmico en la reducción del impacto de los sismos en América Latina y el Caribe - Instituto de la Construcción.*
- » *Diseño de muros de corte en madera para edificación de cinco pisos.*
- » *Propuesta de modificación Norma NCh 433 para estructuras en madera.*
- » *Estudio de factibilidad técnica para la construcción de edificios prefabricados de madera de mediana altura, en sistema estructural de marco plataforma en zonas de riesgo sísmico.*
- » *En qué consiste el cambio a la norma chilena de construcción en madera.*
- » *Factores de modificación de respuesta de la madera, NCh 1198.*
- » *Código Modelo Sísmico para América Latina y El Caribe - Instituto de la Construcción.*
- » *6ta Jornada del Código de Modelo Sísmico: Construyendo para la seguridad de edificaciones ante sismos en América Latina y El Caribe - Instituto de la Construcción.*
- » *Situación actual de la madera en Chile en el contexto de la construcción en edificación.*
- » *Edificios de Madera Método Simplificado Modelación - 2024.*
- » *Resiliencia y resistencia: Madera en la construcción.*

En el próximo boletín

Eficiencia constructiva en edificios de madera.



TACC10 Impresión 3D y EcoHormigón

TIPOS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS IMPRESOS EN 3D

La impresión 3D está revolucionando la industria de la construcción al ser un sistema constructivo innovador que aporta en la productividad del sector. Los procesos de construcción implican un amplio gasto energético, generando un impacto al medio ambiente a partir de las emisiones de gases contaminantes que se producen en ellos. Por esto, la elección de los materiales y el sistema constructivo se torna relevante a la hora de proyectar y construir de manera más eficiente y sustentable (Plataforma Arquitectura, 2022).



Imagen N°1 Primera casa habitada impresa en hormigón 3D del Proyecto Milestone en Bosrijk, Eindhoven, por a.o. Theo Salet TU/e Fuente: Plataforma de Arquitectura (2022).

¿QUÉ SISTEMAS CONSTRUCTIVOS IMPRESOS EN 3D EXISTEN?

Impresión de módulos prefabricados: se imprimen módulos completos en una fábrica o en el lugar de construcción. Estos pueden ser paredes, columnas, vigas u otros elementos estructurales que luego se ensamblan para formar la estructura final. Conocida como la construcción por contornos, esta tecnología de construcción creada y desarrollada por Behrokh Khoshnevis, reduce el uso de energía y emisiones, mediante un proceso de impresión rápida (Vergara, 2014).



Imagen N°2: Montaje de un muro. Fuente: ArchDaily (2014).

Impresión de piezas: además de la construcción de edificios, la impresión 3D también se utiliza para fabricar piezas de repuesto y componentes de construcción personalizados. Esto puede incluir: accesorios, herrajes, conexiones y otros elementos que se necesitan durante la construcción o para el mantenimiento posterior (KSB, 2023). Un ejemplo son los prototipos de ladrillos fabricados con huevo a través de impresión 3D en México, que se pueden utilizar como aislantes. La producción de esta solución comienza con la limpieza de las cáscaras usando cloro y vinagre; luego se pulveriza y se refuerza con bioaglutinantes obteniendo una mezcla que, posteriormente, se utiliza para dar forma al ladrillo mediante la impresión 3D (CDT, 2024).



Imagen N°3: Ladrillos impresos. Fuente: El Español (2023).

¿CONOCES THE WAVE HOUSE?

Es el centro de datos impreso en 3D más grande de Europa, ubicado en Heidelberg, Alemania.

En tan solo 6 horas se construyeron 600 m² de muros. Destaca en rapidez, sustentabilidad y flexibilidad.

(Gonzalez, 2024).

Impresión de viviendas completas: esta solución permite imprimir las paredes, techos y otros elementos estructurales de una casa en un solo proceso continuo. La empresa SQ4D construyó la casa impresa en 3D in situ más grande del mundo. Se trata de una vivienda de 180 m² que fue impresa en tan solo 48 horas en Calverton, Nueva York (Alicia, M. 2022).



Imagen N°4: impresión de vivienda 3D. Fuente: archdaily (2014).

Impresión de estructuras complejas: algunas tecnologías de impresión 3D permiten la creación de estructuras arquitectónicas complejas y orgánicas que serían difíciles o imposibles de lograr con métodos de construcción tradicionales (Gonzalez, 2024). Un ejemplo de esto es el proyecto realizado por la empresa Serendix en Japón que, en menos de 24 horas y por menos de 25.000 mil dólares, imprimieron una pequeña casa con forma de huevo que parece difícil de habitar, pues tiene una superficie de 10 m², pero que está diseñada para ser una vivienda de emergencia en tiempos de crisis (Alicia, M. 2022).

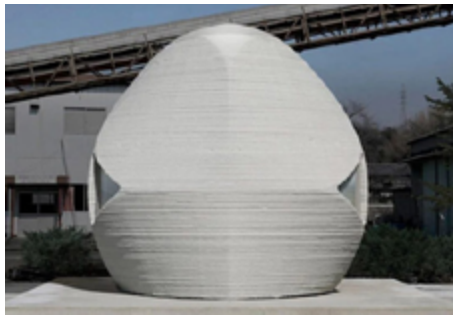


Imagen N°5: Casa de 10 metros cuadrados de Serendix. Fuente: 3dNatives (2022).

¿QUÉ EJEMPLOS PODEMOS REVISAR?

Columnas de concreto impresas en 3D: ETH Zurich en la instalación de Riom, Suiza, presentó la primera etapa de hormigón de impresión 3D robótica que consiste en columnas fabricadas sin encofrado (Vitorino, 2020).

Fachadas impresas en 3D: 3F Studio diseñó una fachada impresa en 3D que fue destinada para ser la entrada del Museo Deutsches en Munich, Alemania. Logrando integrar funciones de ventilación, aislamiento y sombreado (Vitorino, 2020).

Hábitat impreso en 3D para Marte: Space Factory, el hábitat marciano de la agencia de diseño de arquitectura y tecnología multi planetaria MARSHA, entrega una idea de cómo sería la futura vivienda humana en marte, con un prototipo de 15 pies de altura, que incluye tres ventanas (Vitorino, 2020).

Proyecto prototipo sismorresistente Impreso en 3D: en Concepción, con la llegada de Atenas a la Universidad del Bío-Bío en Chile y en alianza con la constructora Aconcagua, se construirá un prototipo de vivienda impresa, el que además por su ubicación en Chile cuenta con requerimientos de propiedades antisísmicas y térmicas (UBB, 2024).



Imagen N°6: impresión de columnas. Fuente: Imprimalia 3D (2019).

¿QUIERES SABER MÁS?



- » Impresión 3D, prefabricación y diseño de interiores: Tendencias para la construcción en 2022 - ArchDaily en Español.
- » En Detalle: Sistema de Impresión 3D / Construcción por contornos - ArchDaily en Español.
- » Innovación - Construcción Modular con impresión 3D.
- » Imprimen en 3D una estructura modular - Portal CDT.
- » Progreso: Impresión 3D, el futuro de la construcción.
- » ¿FANTASÍA O REALIDAD? - La construcción a través de la impresión 3D.
- » Construcción 4.0: Impresión 3D en la construcción - Konstruedu.
- » Impresión 3D de repuestos: más flexibilidad gracias a la fabricación aditiva.
- » Fabricación piezas y partes especiales - Chile - 3D Works.
- » Imprimir el futuro: los desafíos en edificación de la primera impresora industrial 3D de Chile - Arquitectura, diseño y decoración.
- » El futuro de la arquitectura estará en Europa con el edificio impreso en 3D más grande.
- » PERI 3D.
- » UBB e Inmobiliaria Aconcagua construirán el primer prototipo de vivienda impresa 3D de Latinoamérica - Portal de Actualidad Universidad del Bío-Bío.
- » El innovador ladrillo que cambiará la construcción: hecho con huevo pero altamente resistente.
- » The Eggshell Project / un proyecto de huevo.
- » Las mejores casas impresas en 3D del mercado.
- » ARCS Building The World's Largest 3D Printed House - Calverton, New York.

En el próximo boletín

Eficiencia hídrica de la construcción impresa en 3D.

**Construye
Zero**

REFERENCIAS

- A** Aguilera, M. (18 de noviembre de 2023). *Evaluación de sistemas de prefabricación en madera: un estudio analítico del potencial de la industrialización como alternativa para la construcción de viviendas de protección oficial en España*. Universidad Politécnica de Cataluña. upcommons.upc.edu
- Aire Limpio. (2024). *Sistema de Monitorización de Calidad de Aire (SMOCAI®)*. Aire Limpio. www.airelimpio.com
- Alicia, M. (28 de julio de 2022). *Las mejores casas impresas en 3D del mercado*. 3D Natives. www.3dnatives.com
- B** BOE (2022). *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*. BOE. www.boe.es
- Broad. (2023). *Holon Leads the global architectural revolution*. en.broad.com
- Browne, V. (24 de diciembre de 2023). *Baterías de sodio ganan terreno mientras que industria del litio espera definiciones del gobierno*. Ex-Ante. www.ex-ante.cl
- C** Cambio Energético. (19 de abril de 2022). *¿Qué son las baterías de sodio? ¿Cómo funcionan?. Baterías de Sodio vs Baterías de Litio: ¿son realmente una alternativa? Cambio Energético*. www.cambioenergetico.com
- CDT. (07 de mayo de 2024). *El primer ladrillo hecho con huevo e impreso en 3D: el aislante perfecto en construcción*. CDT. www.cdt.cl
- CES. (2022). *Manual de Evaluación y Calificación. Certificación Edificio Sustentable*. www.certificacionsustentable.cl
- Citrine. (2024). Citrino Plataforma. citrine.io
- Código Modelo Sísmico. (2024). Comisión permanente. codigomodelosismico.org
- Coinge. (2024). *Construcción modular: Ventajas y desafíos en la industria de la arquitectura*. coinge.es
- Cretu, C. (2023). *Arquitectura industrializada. Bisección de un proceso productivo*. Universidad Politécnica de Madrid. oa.upm.es
- D** De la Cerda, F. (21 de junio de 2022). *Comportamiento de la madera ante los terremotos: una eficiencia probada que aventaja al hormigón en estándares de seguridad*. Madera21. www.madera21.cl
- Del Río, P. (02 de noviembre de 2023). *Sistemas BMS para la gestión inteligente de edificios*. Zero Consulting. blog.zeroconsulting.com
- Díaz, J. (2017). *Comportamiento térmico de viviendas por efecto invernadero del vidrio en verano*. Universidad de Chile. repositorio.uchile.cl
- Ditar. (2024). *Curso Producción de agua caliente sanitaria (ACS) con energía solar térmica (ERNC)*. Ditar. ditar.cl
- E** Ecodes. (2022). *Plataforma por la Descarbonización de la Calefacción y el Agua Caliente*. Ecodes. ecodes.org
- Ecoinvent. (2024). *The ecoinvent database supports a broad and diverse range of sustainability assessments*. Ecoinvent. ecoinvent.org
- Energymaster. (12 de enero de 2024). *Monitoreo inteligente la clave para ahorrar*. Energymaster. energymaster.co
- Envira. (04 de marzo de 2024). *La calidad del aire en casa y en ambientes interiores*. Envira. envira.es
- Eugui. (09 de octubre de 2019). *Inteligencia artificial y algoritmos 'verdes' para mejorar la eficiencia energética de Ciudad BBVA*. BBVA. www.bbva.com
- Eurovent. (23 de agosto de 2023). *Descarbonización de la industria de calefacción, ventilación y aire acondicionado*. Eurovent. www.eurovent-certification.com
- G** Gallegos, C. (20 de octubre de 2022). *Así es la casa prefabricada Net Zero: tecnología ecológica asequible en dos plantas y patio central*. El Economista. www.eleconomista.es
- García, A. (01 de diciembre de 2022). *Indicadores de sostenibilidad clave en los proyectos*. Zero Consulting. blog.zeroconsulting.com
- Gómara, J. (21 de noviembre de 2023). *Northvolt presenta una batería de sodio de alto rendimiento más barata que las LFP. Híbridos y Eléctricos*. www.hibridosyelectricos.com
- H** Honrubia, M. (2022). *Ventajas de la construcción modular y reutilizable*. Ennmotive. www.ennmotive.com
- Hydronik. (2024). *¿El fin de la acumulación ACS?*. hydronik.es
- Hydronik. (2024). *El Futuro de la Producción de Agua Caliente Sanitaria*. Hydronik. hydronik.es
- I** Iberdrola. (2024). *Baterías de iones de sodio: la revolución en el almacenamiento de energía renovable*. Iberdrola. www.iberdrola.com
- Ineltec. (2024). *Equipos capaces de reproducir condiciones ambientales, acelerar el ciclo de vida de sus productos y evaluar la resistencia de los materiales*. Ineltec. www.ineltec.es
- Infotools. (11 de marzo de 2022). *High Performance Building*. Infotools. <https://www.infotools.mx/blog/blog-infotools-1/high-performance-building-96>
- Instituto de la Construcción. (20 de junio de 2023). *El papel del Código Modelo Sísmico en la reducción del impacto de los sismos en América Latina y el Caribe*. Instituto de la Construcción. <https://www.iconstruccion.cl/2023/06/20/el-papel-del-codigo-modelo-sismico-en-la-reduccion-del-impacto-de-los-sismos-en-america-latina-y-el-caribe/>
- Instituto Nacional de Ciencias de Materiales de Japón. (2024). *Base de datos de sustancias/materiales NIMS*. MatNavi. mits.nims.go.jp

- J** Jarvis. (2020). The Jarvis. jarvis.nist.gov
- Juárez, C. (13 de julio de 2023). *Litio vs. sodio en baterías: ¿cuáles son mejor alternativa?*. The Logistics World. thelogisticsworld.com
- Lignum Tech. (2023). *¿Cómo se instala la fachada industrializada de Lignum Tech?*. Lignum Tech. www.youtube.com
- M** Madera21. (27 de septiembre de 2016). *En qué consiste el cambio a la norma chilena de construcción en madera*. Madera21. www.madera21.cl
- Madera UC. (04 de julio de 2022). *Resiliencia y resistencia: Madera en la construcción*. Centro UC de Innovación en Madera. madera.uc.cl
- Madera UC. (2022). *Propuesta de modificación Norma NCh 433 para estructuras en madera*. Centro UC de Innovación en Madera. madera.uc.cl
- Materials Project. (2024). The Materials Project. next-gen.materialsproject.org
- MatWeb. (2024). *MatWeb, su fuente de información sobre materiales*. www.matweb.com
- Ministerio de Medio Ambiente (2024). *Industria Circular Subproductos industriales y materias primas secundarias*. Ministerio de Medio Ambiente. economiacircular.mma.gob.cl
- Morales, I. (21 de agosto de 2022). *La fórmula secreta para descarbonizar la climatización: electricidad y renovables*. El Confidencial. www.elconfidencial.com
- Muñoz, M. (2022). *Simulación y análisis de consumos energéticos del edificio casa central usando energy plus*. Universidad de Chile. repositorio.uchile.cl
- N** Nettra.tech. (2024). *Monitoreo de impacto ambiental*. Nettra.tech. nettra.tech
- Normalink. (2024). Normalink. www.normalink.es
- Northvolt. (2023). *Batería de iones de sodio de alto rendimiento*. Northvolt. northvolt.com
- O** Olivares, A. (28 de julio de 2015). *Mantenimiento integral de edificios e instalaciones: análisis y medidas de mejora*. Universidad Politécnica de Cartagena. repositorio.upct.es
- P** Pro Instalaciones. (30 de junio de 2022). *El papel de la bomba de calor como protagonista de la descarbonización de los edificios*. Pro Instalaciones. www.proinstalaciones.com
- Promet. (22 de febrero de 2022). *El avance de la construcción Modular*. Promet. promet.com.pe
- PUC. (04 de octubre de 2022). *Registro muestra el comportamiento que tendría este tipo de construcciones ante un terremoto de magnitud de 8,8 MW, similar al 27F*. PUC. www.uc.cl
- R** Rodríguez, A. (17 de junio de 2021). *Contribución de los equipos de producción instantánea en la descarbonización de la edificación*. Calor y Frío. www.caloryfrio.com
- S** Santillán, A. (8 de febrero de 2022). *Estudio de Sofofa revela que sólo una décima parte de los residuos industriales se recicla y valoriza*. Diario Financiero. www.df.cl
- Solar Circular. (2023). *Generación de Estándares para la Reutilización de Módulos Fotovoltaicos*. Ministerio de Energía. energia.gob.cl
- T** Tecnigrado. (07 de mayo de 2019). *Todo lo que debes saber para un sistema eficiente de Agua Caliente Sanitaria*. Tecnigrado. www.tecnigrado.com
- Territorio Circular. (2023). *Guía práctica para la gestión circular empresarial*. Territorio Circular. territoriocircular.sofofahub.cl
- U** UBB. (16 de abril de 2024). *UBB e Inmobiliaria Aconcagua construirán el primer prototipo de vivienda impresa 3D de Latinoamérica*. UBB. noticias.ubiobio.cl
- V** Vergara, E. (29 de abril de 2014). *En Detalle: Sistema de Impresión 3D / Construcción por contornos*. ArchDaily. www.archdaily.cl
- Vitorino, P. (18 de diciembre de 2020). *Construcción 4.0: Impresión 3D en la construcción*. Konstruedu. konstruedu.com

