

BOLETÍN N°11

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Programa Tecnológico *Construye Zero*

PROGRAMA TECNOLÓGICO CONSTRUYE ZERO

TAXONOMÍA DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS MEDIOAMBIENTALMENTE SOSTENIBLES PARA CHILE: IMPLICANCIAS PARA EN SECTOR CONSTRUCCIÓN

Chile avanza hacia una economía más sustentable mediante la implementación de la Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles (T-MAS), una iniciativa liderada por el Ministerio de Hacienda. Esta herramienta busca establecer criterios claros para identificar actividades económicas que contribuyan positivamente al medio ambiente, fomentando inversiones responsables y alineadas con los compromisos climáticos del país (Ministerio de Hacienda, 2025).

Las principales implicancias de la T-MAS en el sector de la construcción y actividades inmobiliarias según el Ministerio de Hacienda (2023) son:

- **Mayor reputación de las entidades:** ayuda a evitar acusaciones de lavado verde, mejorando la reputación de las empresas y productos al generar estándares confiables.
- **Facilita el acceso al financiamiento y operación de inversión:** la taxonomía facilita la identificación de proyectos sustentables, disminuyendo los costos de acceso al financiamiento.
- **Refuerza la tramitación ambiental:** la estandarización de conceptos reduce las áreas grises, aumentando la claridad y consistencia en los procesos.
- **Transparencia y confianza:** proporciona un marco estandarizado, generando más transparencia, menor fricción, permitiendo decisiones más informadas.



Imagen N°1: El ministerio de Hacienda avanza en el desarrollo de un sistema de clasificación de actividades económicas medioambientalmente sostenibles (País Circular, 2023).

¿QUÉ ES LA T-MAS?

La T-MAS es un sistema de clasificación que define qué actividades económicas pueden considerarse sustentables desde el punto de vista medioambiental. Su propósito es proporcionar transparencia y coherencia en las inversiones, facilitando la canalización de recursos hacia proyectos que contribuyan efectivamente a la sustentabilidad. El desarrollo de esta taxonomía se basa en las mejores prácticas (Ministerio de Hacienda, 2024).

¿CUÁLES SON LOS ÁMBITOS DE APLICACIÓN DE LA T-MAS?

Según el Ministerio de Hacienda (2023), los ámbitos de aplicación de la T-MAS son:

- Publicidad de información.
- Evaluación y divulgación.
- Cumplimiento de la normativa.
- Incentivos fiscales o financieros.
- Prohibiciones o restricciones.

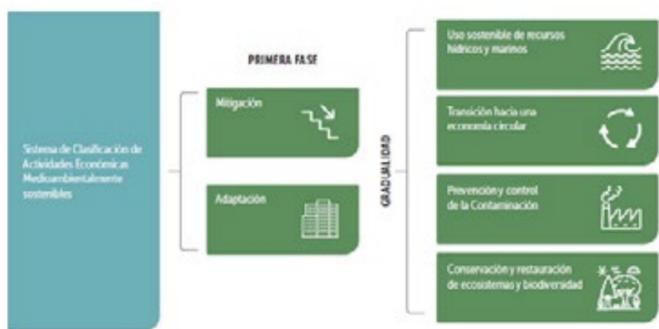


Imagen N°2: Esquema de implementación de los objetivos medioambientales de la T-MAS (Ministerio de Hacienda, 2023).

¿CUÁLES SON LOS SECTORES CLAVES? CONSTRUCCIÓN Y ACTIVIDADES INMOBILIARIAS.

Dentro de los nueve sectores económicos elegibles definidos por T-MAS, destacan:

- **Construcción:** incluye actividades relacionadas con la edificación, infraestructura y obras civiles.
- **Actividades inmobiliarias:** comprende el desarrollo, gestión y comercialización de bienes raíces.

¿CÓMO HA SIDO EL PROCESO DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN?

El proceso de creación de la T-MAS se inició en 2020 con la elaboración de la Hoja de Ruta para una Taxonomía en Chile, que identificó la necesidad de establecer criterios claros para las actividades sustentables. Posteriormente, en 2021 se conformó un Comité Preparatorio que desarrolló la Estructura de la Taxonomía, presentada oficialmente en agosto de 2023. Desde el 31 de diciembre de 2024 hasta el 31 de enero de 2025, se llevó a cabo una consulta ciudadana para recoger opiniones sobre los criterios técnicos de selección de actividades sustentables. Actualmente se encuentra en revisión (Ministerio de Hacienda, 2025).

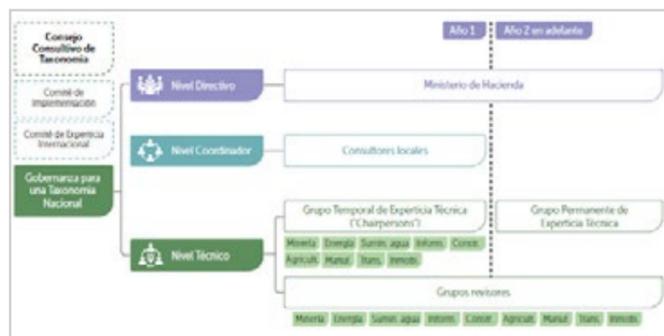


Imagen 3: Esquema de gobernanza para el desarrollo de la taxonomía local (Ministerio de Hacienda, 2023).

La implementación de la T-MAS en Chile es un paso significativo hacia una economía más sustentable. Para el sector construcción e inmobiliario, adaptarse a esta taxonomía no solo es una responsabilidad ambiental, sino también una estrategia inteligente para acceder a nuevos mercados y fuentes de financiamiento. Por eso, es esencial que las empresas se mantengan informadas y participen activamente en los procesos de consulta y actualización de la taxonomía para asegurar su alineación con las mejores prácticas sostenibles.

¿QUIERES SABER MÁS?

- Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:
- ↳ Taxonomía de actividades económicas MAS - Ministerio de Hacienda
 - ↳ ETICC: 2da Sesión Taxonomía de Actividades Económicas
 - ↳ Medioambientalmente Sostenibles para Chile - Ministerio de Hacienda
 - ↳ Infografía Taxonomía en Español - Ministerio de Hacienda
 - ↳ Taxonomía de actividades económicas medioambientalmente sostenibles - Youtube - Ministerio de Hacienda
 - ↳ Hacienda lanzó consulta pública y presentó Anteproyecto de la Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles - Ministerio de Hacienda
 - ↳ Ministerio de Hacienda avanza en el desarrollo de un sistema de clasificación de actividades económicas medioambientalmente sostenibles - País Circular

- Integrar compatibilidad con software 3D paramétrico.
- Centralizar y visualizar datos de materiales en edificaciones.
- Ampliar su alcance y digitalización a nivel nacional.
- Implementar un sello de materiales que cruce la data de los pasaportes con indicadores deseables.

TACC 01 - Plataforma Pasaporte de Materiales

¿CUÁL ES EL VALOR DE UN PASAPORTE DE MATERIALES PARA UNA INMOBILIARIA, CONSTRUCTORA O DISEÑADOR?

Los Pasaportes de Materiales están emergiendo como una herramienta clave en la transformación del sector construcción hacia un modelo más sustentable, circular y eficiente. Además de ser un registro técnico, estos pasaportes ofrecen una plataforma digital donde se almacena, organiza y actualiza información detallada sobre los materiales, productos y componentes utilizados en un edificio.

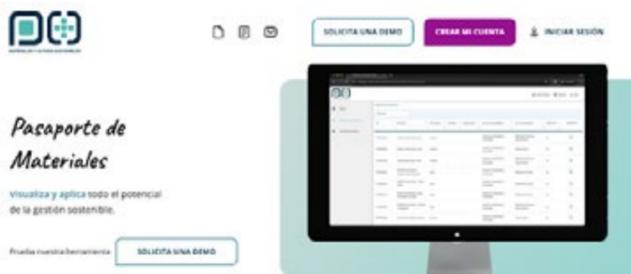


Imagen N°1: Plataforma de Pasaporte de Materiales (CTEC, 2025).

En el caso de los diseñadores, inmobiliarias y constructoras, su implementación puede significar una ventaja competitiva real, tanto a niveles económicos como ambientales y regulatorios (UK GBC, 2024).



Imagen N°2: Sacyr - Pasaporte de Materiales (Sacyr, 2025).

¿QUÉ ES UN PASAPORTE DE MATERIALES?

Un Pasaporte de Materiales es un documento digital que acompaña un producto, componente o edificio a lo largo de su ciclo de vida. Contiene información crítica como:

- Composición del material.
- Impacto ambiental.
- Toxicidad.
- Garantías y certificaciones.
- Rutas de reutilización

Esta herramienta facilita la trazabilidad, la gestión eficiente de recursos y promueve la economía circular dentro del sector construcción (UK GBC, 2024).

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS CONCRETOS DE UN PASAPORTE DE MATERIALES PARA DISEÑADORES, INMOBILIARIAS Y CONSTRUCTORAS?

1. Revalorización del edificio como banco de materiales: Un Pasaporte de Materiales, posibilita que un edificio deje de ser el destino final de materiales para convertirse en una reserva reutilizable de recursos. Esto facilita la valorización de activos residuales durante procesos de rehabilitación o demolición, abriendo oportunidades para la reventa o reutilización de materiales en otros proyectos (Construcia, 2024).

2. Reducción de residuos y emisiones de carbono: Al fomentar la reutilización de materiales y minimizar la necesidad de extraer recursos nuevos, los pasaportes ayudan a reducir los residuos de construcción y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a materias primas (Construcia, 2024).

3. Apoyo a decisiones de diseño sustentable: Diseñadores y arquitectos pueden acceder fácilmente a información técnica y ambiental para seleccionar materiales con menor impacto, contribuyendo al cumplimiento de las políticas de sustentabilidad (UCEM, 2024).

4. Facilita el cumplimiento normativo y mitigación de riesgos: Los pasaportes permiten anticipar y adaptarse a regulaciones ambientales y de seguridad que se encuentran en constante evolución, reduciendo riesgos en materia regulatoria y costos inesperados asociados al manejo de materiales tóxicos o no reutilizables (UCEM, 2024)

5. Accesos a nuevas fuentes de financiamiento: Proyectos que demuestran trazabilidad, circularidad y reducción de huella ambiental están mejor posicionados para acceder a financiamiento verde o incentivos públicos y privados (UCEM, 2024).

6. Mejora de la eficiencia logística y operativa: Durante la gestión del ciclo de vida del edificio, los pasaportes favorecen la centralización de información útil para el mantenimiento, reformas o desmontaje, lo que permite optimizar la toma de decisiones y los tiempos de respuesta operativos (UK GBC, 2024).

7. Integración en mercados asociados a materiales: Los pasaportes pueden conectarse a otras plataformas de compra y venta de materiales reutilizables, facilitando la transacción y evaluación de los componentes de valor (UK GBC, 2024).



Imagen N°3: Pasaporte de materiales: indispensable para la descarbonización de los edificios (EcoIntelligent, 2023).

LOS PASAPORTES DE MATERIALES COMO IMPULSORES DE LA CIRCULARIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Tal como se mencionó anteriormente, los pasaportes son una herramienta estratégica que permite conectar a todos los actores de la cadena de valor, desde fabricantes hasta diseñadores y desarrolladores inmobiliarios, promoviendo colaboración y transparencia. En ese mismo sentido, es necesario que se consideren diversos factores que favorecen su implementación, tales como: conocimiento de los datos y su gestión, definición de alcances, integración de los pasaportes en la cadena de suministro y una definición clara de actores que participan durante la vida útil del edificio (UK GBC, 2024).

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE PASAPORTE DE MATERIALES EN EDIFICACIONES

1. Triodos Bank: primer edificio reconstruible a gran escala, 100% de madera. Este edificio también sirve como el primer banco de materiales temporal, con una huella de CO² mínima. El origen y la reutilización planificada de todos los productos, componentes y materiales se documentan cuidadosamente para poder ofrecerles fácilmente un nuevo uso en el futuro (ArchDaily, 2021).

2. Edificio Gonsi Socrates: este edificio, ubicado en Viladecans (España), es uno de los primeros en contar con un pasaporte de materiales completo. Esto permitirá tener un control detallado sobre la inversión en materiales y conservar su valor en el tiempo, especialmente en el caso de aquellos que son escasos (GONSI, 2019).

¿QUIERES SABER MÁS?

- Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:
- ↳ Plataforma pasaporte de materiales P+ - CTEC
 - ↳ Plataforma de Materiales - CTEC / Chile GBC
 - ↳ What are material passports (and how do they work)? - UCEM
 - ↳ ¿Qué es y para qué sirve el Material Passport? - Construcia
 - ↳ Pasaporte de Materiales - Sacyr
 - ↳ El Pasaporte de materiales: indispensable para la descarbonización de los edificios - Eco intelligent growth
 - ↳ What are Material Passports and what are the benefits of using them? - UK GBC
 - ↳ Pasaportes de materiales: ¿Cómo los datos integrados pueden repensar la arquitectura y el diseño? - GONSI
 - ↳ Pasaporte de Materiales: Nuestra herramienta para la gestión de los nutrientes - GONSI.

Permite conservar el valor del edificio y sus materiales a lo largo del tiempo, gracias al uso de componentes duraderos y bien diseñados, lo que reduce la necesidad de mantenimiento, facilita su reparación o reutilización y mejora su valor residual (CTEC, 2024).

TACC 02 - LABORATORIO PARA LA RESILIENCIA Y DURABILIDAD DE LOS MATERIALES

CONSTRUIR PARA GENERAR VALOR A LARGO PLAZO: ¿CÓMO SE MIDE LA DURABILIDAD?

La economía circular, según los tres principios clave establecidos por la Fundación Ellen MacArthur, implica diseñar eliminando residuos y contaminación, mantener los productos y materiales en uso el mayor tiempo posible y regenerar los sistemas naturales (Instituto de la Construcción, 2022; Avita, 2023).



Imagen N°1: Reciclaje de edificios: ¿qué ocurre al final de su vida útil? (Avita, 2023).

¿CÓMO PODEMOS MATERIALIZAR ESTE ENFOQUE EN LA CONSTRUCCIÓN?

Arup y la Fundación Ellen MacArthur, desarrollaron un conjunto de herramientas basadas en los principios de la economía circular y lo han traducido en estrategias y acciones relevantes para edificaciones. El Circular Building Toolkit (Arup, 2025) basa su estructura en:

- No construir nada.
- Construir para generar valor a largo plazo.
- Construir eficientemente.
- Construir con los recursos adecuados.



Imagen N°2: Circular Building Toolkit (Arup, 2025).



Imagen N°3: Caso de estudio "Circular Building Toolkit" (Arup, 2025).

El desafío de rediseñar las formas en las que construimos, considerando todo el ciclo de vida de los proyectos, conlleva a pensar en edificaciones e infraestructura durable y que genere un valor a largo plazo (Ministerio de Medio Ambiente, 2025). Tal como lo señala el Circular Building Toolkit (Arup, 2025), son cuatro las estrategias que se deben considerar para "construir a largo plazo":

1. Aumentar la utilización del edificio: Esta estrategia busca reducir el consumo inicial de recursos maximizando la utilización de los espacios y evitando periodos sin uso. Es importante diseñar desde el principio espacios capaces de albergar diversas funciones, mediante la exploración de conceptos como "multiuso".

2. Diseño para la longevidad: Esta estrategia busca maximizar el valor del edificio y sus componentes a lo largo del tiempo, optimizando su potencial de recuperación. A nivel del edificio, se procura preservar la arquitectura mediante la selección de productos duraderos que resistan el paso del tiempo. A nivel de componentes, se prioriza el uso de materiales que garanticen una larga vida útil. La durabilidad de estos componentes está directamente relacionada con su diseño, el cual determina aspectos fundamentales como la calidad, la necesidad de mantenimiento y reparación, su adaptabilidad y el valor residual una vez retirados.

3. Diseño para la adaptabilidad: Esta estrategia busca aprovechar el potencial de adaptabilidad durante la fase de uso con el fin de conservar el valor de las edificaciones. Se consideran dos principios de diseño para la adaptabilidad: versatilidad y convertibilidad.

4. Diseño para desmontaje: Esta estrategia busca habilitar el potencial de desmontaje al final de la vida útil de la edificación. Es importante considerar desde etapas tempranas un diseño para el desmontaje con el fin de recuperar su valor residual. Se deben considerar siete principios para el desmontaje: facilidad de acceso, independencia, evitar tratamientos y acabados innecesarios, apoyar modelos de negocio de reutilización, simplicidad, estandarización y seguridad en el desmontaje.

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↘ Circular Buildings Toolkit: estrategias y acciones
- ↘ Entornos construidos Circulares
- ↘ Circular Buildings Toolkit: estructura
- ↘ Economía circular, un desafío transformador para el sector construcción
- ↘ Reciclaje de edificios: ¿qué ocurre al final de su vida útil?

- Reducción de tiempos y costos para la gestión de datos.
 - Agilidad en la toma de decisiones.
 - Ventajas competitivas.
- (CTEC, 2024).

PLATAFORMAS DE GEMELOS DIGITALES: ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN Y PATENTES EXISTENTES

Los gemelos digitales y los modelos virtuales han pasado de ser conceptos teóricos a ser componentes esenciales de las industrias modernas. La posibilidad que entregan de representar digitalmente activos reales, simular procesos, predecir resultados y mejorar la eficiencia operativa ha permitido mejorar el desempeño de diversas industrias, entre ellas la construcción y el sector inmobiliario (De Penning & De Penning, 2024) (Patent PC, 2025).



Imagen N°1: Una representación digital de una ciudad (GAO, 2023).

¿CÓMO LA LEGISLACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR SE ADAPTA AL AUJE DE LOS GEMELOS DIGITALES?

De acuerdo a De Penning & De Penning (2024), los gemelos digitales producen volúmenes sustanciales de datos, diseños y algoritmos que pueden estar protegidos por diversas formas de derechos de propiedad intelectual (PI), los cuales incluyen:

- 1. Patentes:** protegen invenciones y procesos novedosos y útiles. Si un gemelo digital cumple los criterios de patentabilidad, puede optar a la protección mediante patente.
- 2. Marcas registradas:** protegen nombres de marca, logotipos y otros identificadores que distinguen bienes o servicios. En el caso de los gemelos digitales pueden incorporar marcas registradas para proteger su identidad.
- 3. Derechos de autor:** protege obras creativas originales, como códigos de software, planos de arquitectura y contenido escrito. Los gemelos digitales que incluyen elementos creativos originales pueden estar protegidos por derecho de autor.



Sources: GAO; ladoga/stock adobe.com. | GAO-23-106453

Imagen N°2: Ejemplo de integración de gemelos físicos y digitales (GAO, 2023).

¿QUÉ VACÍOS EXISTEN EN LA LEGISLACIÓN SOBRE DERECHOS DE AUTOR PARA GEMELOS DIGITALES?

Una de las preocupaciones principales sobre los productos que permiten implementar gemelos digitales son los posibles problemas legales, éticos y técnicos. Según expertos, las preocupaciones éticas sobre la propiedad y la privacidad de los datos podrían generar una baja confianza del público objetivo (GAO, 2023). A pesar de la aplicación en el sentido más amplio de la legislación sobre derechos de autor a los activos digitales, persisten importantes lagunas en la gestión de la propiedad y la protección de los gemelos digitales. Según De Penning & De Penning (2024), algunos de estos problemas son:

- Naturaleza colaborativa de los gemelos digitales y sus múltiples fuentes.
- Legislación sobre derechos de autor actual, no aborda adecuadamente el dinamismo de este tipo de tecnologías.
- Ambigüedad de creaciones por inteligencia artificial y recopilación automatizada de datos.



Imagen N°3: Gemelos Digitales: ¿cómo podemos utilizar la propiedad industrial para gestionar los activos híbridos físicos-digitales? (Atlas Tecnológico, 2021).

¿QUÉ ESTRATEGIAS EXISTEN PARA LA PROTECCIÓN LEGAL DE GEMELOS DIGITALES?

El marco legal de los gemelos digitales se encuentra en constante evolución, por lo que la propiedad intelectual, la responsabilidad y la privacidad de datos deben abordarse de manera integral para De Penning & De Penning (2024), es importante adoptar estrategias de protección legal, tales como:

- **Adaptación de las leyes existentes**, a partir de la interpretación de los estatutos de derechos de autor para incluir activos digitales como lo son los gemelos digitales.
- **Nuevas regulaciones de propiedad intelectual** que aborden la naturaleza específica de la tecnología de gemelos digitales.
- **Protección de activos digitales** a través de acuerdos de licencias detallados y contratos integrales que especifiquen la titularidad de la propiedad intelectual.
- Teorías emergentes y mejoras prácticas con profesionales expertos que puedan ayudar a abordar cuestiones de propiedad y protección de activos.

ALGUNOS EJEMPLOS DE PATENTAMIENTO DE GEMELOS DIGITALES

- 1. Arquitectura de Gemelos Digitales, Sistema de Evaluación de Modelos y Métodos de Ejecución de Modelos:** patente publicada en 2025 en Chile, la cual refiere a una arquitectura de gemelo digital, un sistema de evaluación de modelos y un método de ejecución de modelos (Patentscope, 2025).
- 2. Control de procedimiento con gemelos digitales:** patente publicada en 2024 en España, la cual refiere al campo de control de procesos en tiempo real utilizando gemelos digitales (Patentscope, 2024).
- 3. Sistema ciber físico distribuido soportado por gemelos digitales actualizados colaborativamente:** publicado en 2024 en Valencia, refiere a uno o más sensores para el procesamiento de datos, medios de transmisión y recepción de datos, y almacenamiento de datos (Patentscope, 2024).

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ How Copyright Law is Adapting to the Rise of Digital Twins and Virtual Models - De Penning & De Penning.
- ↳ How to Navigate Patent Challenges in Digital Twins - Patent PC.
- ↳ La patentabilidad de los "gemelos digitales", una revolución industrial - Cinco Días.
- ↳ Gemelos Digitales: ¿Cómo podemos utilizar la propiedad industrial para gestionar los activos híbridos físicos-digitales? - Atlas Tecnológico.
- ↳ Science & Tech Spotlight: Digital Twins—Virtual Models of People and Objects - GAO.
- ↳ "Gemelos Digitales" y su incorporación a las Industrias Pesadas: hacia una transformación plena y desafiante - Reporte Minero y Energético.
- ↳ Control de procedimiento con gemelos digitales - PATENTSCOPE
- ↳ Arquitectura de gemelos digitales, sistema de evaluación de modelos y método de ejecución de modelos - PATENTSCOPE.
- ↳ Sistema ciberfísico distribuido soportado por gemelos digitales actualizados colaborativamente - PATENTSCOPE.

La plataforma desarrollada por la Universidad de Santiago de Chile ofrece soluciones rentables y eficientes para el diseño de proyectos, optimizando la inversión y asegurando el cumplimiento normativo. Gracias a su base de datos actualizada, permite tomar decisiones informadas sobre materiales y tecnologías, alineadas con los requisitos de la Calificación Energética de Viviendas (CTEC, 2025).

TACC 04 - Plataforma de Optimización y Eficiencia Energética

¿QUÉ ES LO QUE HACE UNA PLATAFORMA PARA LA OPTIMIZACIÓN Y EFICIENCIA ENERGÉTICA? EXPECTATIVAS V/S REALIDADES

Las plataformas para la optimización y eficiencia energética son herramientas digitales diseñadas para ayudar a las empresas a gestionar y reducir su consumo de energía, mejorar su desempeño ambiental y cumplir con normativas sostenibles. Estas soluciones combinan tecnologías como la inteligencia artificial y el análisis de datos para ofrecer una visión detallada del uso energético y proponer acciones de mejora (Censnova, 2025).



Imagen N°1: Software Eficiencia Energética (Geprom, 2025).

Las plataformas ofrecen una visión completa del uso energético, facilitando la identificación de áreas de mejora y la implementación de estrategias de ahorro (Autefi, 2025), permitiendo:

- 1. Monitorización en tiempo real:** visualizar el consumo energético en tiempo real, identificando picos y patrones de uso.
- 2. Análisis de datos:** utiliza algoritmos avanzados para analizar grandes volúmenes de datos y ofrecer recomendaciones personalizadas.
- 3. Optimización del consumo:** implementa ajustes automáticos para reducir el desperdicio de energía y mejorar la eficiencia.

¿CÓMO LAS EMPRESAS PUEDEN MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS DE LAS PLATAFORMAS ENERGÉTICAS?

Para maximizar los beneficios de las plataformas de optimización y eficiencia energética, las empresas deben:

- 1. Realizar un diagnóstico energético inicial,** que permita entender el consumo energético actual, los puntos críticos y áreas de mejora.
- 2. Establecer objetivos claros** que permitan definir metas específicas de ahorro energético y reducción de emisiones que se desean alcanzar.
- 3. Capacitar al personal,** con el fin de dar buen uso a las herramientas y la interpretación de los datos generados.
- 4. Monitorear y ajustar a través de un seguimiento continuo** del desempeño energético y ajustar estrategias según sea necesario.
- 5. Integrarlos con otros sistemas** que permita tener una visión completa del desempeño.



Imagen N°3: Software Eficiencia Energética (Emma, 2025).

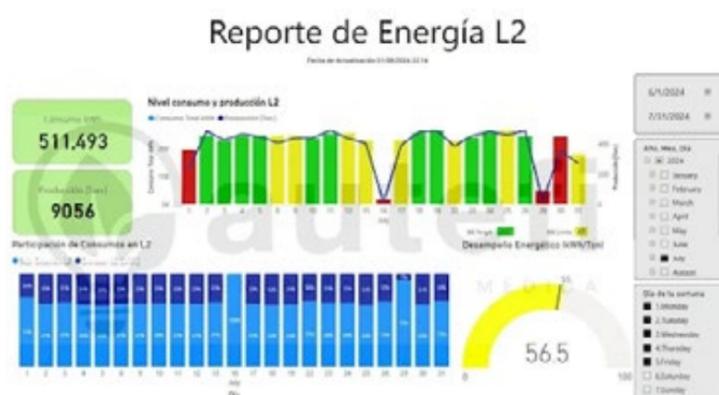


Imagen N°2: Software Eficiencia Energética (Autefi, 2025).

¿CUALES SON LAS PRINCIPALES EXPECTATIVAS V/S REALIDAD DEL USO DE ESTAS PLATAFORMAS?

1. Los **beneficios en términos de ahorro energético** suelen ser progresivos y dependen de la correcta implementación y uso de la plataforma.
2. Al inicio, existe una **curva de aprendizaje** para adaptarse a la nueva tecnología y sus procesos asociados.
3. Es esencial contar con **personal capacitado** para interpretar los datos y tomar decisiones basadas en ellos.

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ Software Eficiencia Energética. Geprom.
- ↳ Reducir la cantidad de energía que el mundo desperdicia es el primer y mejor paso por la lucha contra el calentamiento global. Autefi.
- ↳ Transformación Digital: Maximizando la Eficiencia Energética. Censnova.
- ↳ ¿Qué es el monitoreo energético y cómo funciona?. Enel.
- ↳ Plataforma para la optimización y gestión energética. BdiH.
- ↳ La plataforma definitiva para la eficiencia energética. Emma.
- ↳ ¿Qué es el monitoreo energético y cómo funciona?. Enel.

¿CONOCES EL IMPACTO DEL MÓDULO NET ZERO?

- **Carbono neutralidad:** en el año 43 se alcanzará la carbono neutralidad (*Compensación de todo el CO2 que se emitió en el período de construcción y operación*).
- **Demanda energética:** 92% más eficiente que una vivienda referencial en Santiago para demanda de calefacción, donde se estimó demanda de 13kWh/m² (*Datos CEV*).

DEL MONTAJE AL DESMONTAJE: LECCIONES Y OPORTUNIDADES DEL MÓDULO NET ZERO EN LA FERIA EDIFICA

La edición 2024 de Edifica tuvo como principal objetivo “impulsar el desarrollo de la construcción mediante la introducción de nuevas tecnologías y la transferencia de conocimientos orientados a mejorar la productividad del sector” (*Edifica, 2024*). Un claro reflejo de este enfoque fue la participación del Módulo Multipropósito Net Zero, parte del Programa Tecnológico “**Construye Zero**”.



Imagen N°1: Módulo Net Zero en Edifica 2024. (INVES, 2024).

Diseñado por **INVES**, este módulo busca minimizar la huella de carbono durante toda su vida útil, ofreciendo un entorno habitable, energéticamente autónomo y altamente eficiente. Está equipado con sensores avanzados y conectado a un Gemelo Digital, lo que permite el seguimiento y monitoreo en tiempo real del consumo energético y las emisiones de CO₂, garantizando un desempeño sostenible (*CTEC, 2025*).

Tal como lo señala Enrique Saud, gerente de INVES “la feria Edifica fue una instancia donde el Módulo Net Zero generó un alto interés entre los asistentes y empresas participantes. Esto en un contexto donde la búsqueda de infraestructura sostenible, capaz de reducir la huella de carbono es cada vez más recurrente, por lo que soluciones como esta despiertan gran expectativa y captan la atención de diversos actores del sector”.



Imagen N°2: Módulo Net Zero en Edifica 2024 (BZero Consulting, 2024).

¿CÓMO SE TRASLADÓ EL MÓDULO NET ZERO A LA FERIA EDIFICA Y CÓMO VOLVIÓ?

Desde INVES señalan que el transporte del módulo no requirió una logística compleja. Una de sus principales ventajas es su eficiencia en montaje y puesta en marcha, lo que permitió su traslado mediante un camión pluma simple, facilitando tanto el montaje como el desmontaje durante la feria Edifica 2024.

Actualmente, el módulo se encuentra instalado en el Parque de Innovación CTEC, donde está siendo monitoreado para la generación de datos e indicadores sobre su desempeño (*Saud, E., 2025*).

¿QUÉ COMPORTAMIENTO TUVO EL MÓDULO EN EL ESPACIO FERIAL Y QUÉ OPORTUNIDADES DE MEJORA SE IDENTIFICAN?

El Módulo Net Zero fue concebido desde un inicio como una solución exhibible y monitoreable, lo que facilitó su operación en el contexto de la feria. Esta característica permitió a los asistentes interactuar con el prototipo en tiempo real, conocer su funcionamiento, diseño y las materialidades utilizadas (*Saud, E., 2025*).



Imagen N°3: Módulo Net Zero en Edifica 2024. (INVES, 2024).

De acuerdo a *CTEC (2025)*, dentro de los impactos esperados de este prototipo se encuentran :

- **Reducción de la huella de carbono** en la construcción modular, minimizando kg de CO₂ emitidos durante su vida útil.
- **Provisión de soluciones habitables y autosuficientes** para reducir el déficit habitacional en zonas extremas o de difícil acceso.
- **Independencia energética** a través de un sistema de energías renovables no convencionales (ERNC).
- **Disminución de los tiempos de ejecución** en proyectos de construcción tradicional.



Imagen N°4: Módulo Net Zero en Edifica 2024 (BZero Consulting, 2024).

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ Módulo Multipropósito Netzero - CTEC
- ↳ Módulo Multipropósito Netzero, TACC05 exhibido en Edifica 2024 - TimberEcc
- ↳ Módulo Multipropósito Netzero, TACC05 exhibido en Edifica 2024 - BZero Consulting

La torre de **CleanLight** entrega energía limpia y autónoma para viviendas y zonas aisladas, reduciendo la huella de carbono y aprovechando al máximo los recursos naturales.

TACC 06 - Torre Híbrida Solar Eólica

GENERACIÓN AUTÓNOMA EN ESPACIOS DE OBRA: CASO IKONGREEN DE FERROVIAL

Ferrovial se posiciona como una empresa pionera en el desarrollo de soluciones sustentables para la construcción. En 2022, lanzó los módulos Ikongreen, un sistema diseñado para abastecer de energía solar a las obras en terreno. Este avance forma parte de su estrategia de descarbonización, que busca que el 100% del consumo eléctrico del grupo provenga de fuentes renovables antes de 2025 (*Innoecotur, 2025*).



Imagen N°1: Ikongreen: una solución innovadora para una construcción más sostenible (*The Objective, 2025*).

Ikongreen responde a criterios de economía circular, ya que reutiliza contenedores en desuso, otorgándoles una segunda vida. Genera electricidad que se consume directamente en la obra y cuenta con una segunda caseta que cumple una doble función: transportar los paneles solares y operar como punto limpio para la separación de residuos generados en el lugar (*Innoecotur, 2025*).

El módulo de servicios está equipado con inversores, baterías de almacenamiento, sistemas de control y gestión de energía, red de telecomunicaciones y las conexiones necesarias para abastecer, tanto a las casetas de oficina como a los equipos de obra. Cada unidad incorpora 72 m² de paneles fotovoltaicos (36 paneles de 2 m² cada uno), que pueden instalarse sobre techos o directamente a nivel del suelo. La instalación, con una potencia de 16 kWp, permite la conexión de maquinaria y la recarga de vehículos eléctricos, gracias al punto de carga integrado (*Ferrovial, 2022*).

PRINCIPALES VENTAJAS DE IKONGREEN

1. Funciona aparte de fuentes de energía renovables.
2. El módulo reduce hasta un 90% las emisiones de CO₂ y el gasto eléctrico.
3. Reduce los tiempos de arranque de obra con todos los servicios preinstalados, permitiendo estar operativos en 48 horas.
4. Favorece la generación de empleo y el impulso de la formación especializada en tecnologías sostenibles (*The Objective, 2025*).



Imagen N°2: La innovación está detrás del sistema IKONGREEN de Ferrovial: una idea única para potenciar la sostenibilidad en la construcción (*Business insider, 2022*).

El proyecto Ikongreen fue seleccionado como finalista entre más de 110 propuestas presentadas en el **Reto de Sostenibilidad impulsado por Ferrovial**, en el marco de su incubadora de innovación interna Zuritanken. Este programa busca identificar soluciones alineadas con las capacidades y conocimientos de la compañía para avanzar hacia una economía baja en carbono, abordando ámbitos como la economía circular, movilidad sostenible, transición energética, inversiones en biodiversidad, ciclo del agua, transformación urbana y adaptación al cambio climático (*Ferrovial, 2022*).



Imagen N°3: Ikongreen: una solución innovadora para una construcción más sostenible (*The Objective, 2025*).

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ Ikongreen: una solución innovadora para una construcción más sostenible
- ↳ Ferrovial – Ikongreen módulos de energía renovable para la obra
- ↳ Trabajadores de Ferrovial diseñan un módulo de suministro energético en obra 100% sostenible que utiliza la energía renovable que genera
- ↳ La innovación está detrás del sistema IKONGREEN, de Ferrovial: una idea única para potenciar la sostenibilidad en la construcción.

- Fachada confinada con terminación Direct Applied (IWD).
- Fachada confinada con terminación EIFS (IWD).
- Fachada muro cortina con terminación Direct Applied (CWD).
- Fachada muro cortina con terminación EIFS (CWE).

TACC 07 - Fachadas Adaptables Industrializadas

¿CÓMO SE VENDEN LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS EN EL MUNDO? MODELOS DE NEGOCIO

Los principios de la economía circular han cobrado una creciente relevancia en la industria de la construcción, convirtiéndose en una influencia clave a nivel global. En este contexto, el uso eficiente de los recursos y la adopción de nuevos métodos constructivos están marcando tendencia en el sector. Un ejemplo de ello es el concepto de “diseño para el desmontaje”, una estrategia innovadora que promueve edificaciones reversibles y adaptables, como se evidencia en el desarrollo de fachadas industrializadas (ArchDaily, 2024).



Imagen N°1: Fachadas para construcción industrializada: beneficios, sistemas, fabricación, materiales y proyectos (Inarquia, 2025).

¿QUÉ CONSIDERAN COMO VALOR AGREGADO LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS?

Empresas como **Ecworks**, en Alemania, han desarrollado sistemas de fachadas prefabricadas que integran aislamiento térmico y paneles solares, especialmente diseñados para su instalación en edificaciones existentes. Este enfoque permite a los propietarios mejorar significativamente la eficiencia energética de sus inmuebles sin necesidad de realizar intervenciones estructurales complejas, ofreciendo una solución eficiente, escalable y atractiva, tanto desde el punto de vista económico como ambiental (Avenue, 2025).



Imagen N°2: Esta empresa fabrica fachadas prefabricadas que hacen energéticamente eficientes los edificios antiguos (Avenue, 2025).

¿CÓMO ES EL MODELO DE TRABAJO ENTRE EMPRESAS Y PROVEEDORES?

El caso de **AEDAS Homes y Spans**, da muestra de cómo la promoción residencial incorpora industrialización en sus procesos a partir de un acuerdo directo con el fabricante de fachadas industrializadas. Este acuerdo trae consigo: mayor seguridad, incremento en la calidad, mayor eficiencia, ahorro de tiempo, menor generación de residuos y versatilidad (Aedas Homes, 2019).



Imagen N°3: AEDAS Homes continúa modernizando la construcción con la integración de fachadas industrializadas en sus promociones (Aedas Homes, 2019).

La empresa española **Butech**, especializada en la fabricación de fachadas prefabricadas e industrializadas, basa su modelo en una colaboración temprana con arquitectos y promotores. Ofrece una amplia gama de estilos y materiales de diseño, lo que permite abordar variables clave como la selección de materiales, color y acabados, opciones de aislamiento, sistemas de montaje e instalación, así como la integración de funciones inteligentes (See Brilliance, 2025).

Algunas empresas están adoptando modelos de negocio que promueven la sostenibilidad y la economía circular. Por ejemplo, el **Grupo Cintac** en Chile ha desarrollado fachadas adaptables industrializadas que optimizan el proceso constructivo, minimizan residuos y facilitan la reutilización en futuros proyectos. Estas soluciones no solo cumplen con las normativas vigentes, sino que también ofrecen una alternativa eficiente y versátil para diversas aplicaciones en la construcción (CTEC, 2025).



Imagen N°4: Fachadas adaptables industrializadas (Construye Zero, 2025).

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ Fachadas adaptables industrializadas . Construye Zero, 2025. Archdaily.
- ↳ This company makes prefab facades that make old buildings energy efficient. Avenue.
- ↳ AEDAS Homes continúa modernizando la construcción con la integración de fachadas industrializadas en sus promociones. Aedas Homes.
- ↳ Why prefabricated facade systems could revolutionise commercial construction. see brilliance.
- ↳ Fachadas adaptables industrializadas. CTEC.

EDIFICIOS DE ACERO: DIFERENCIAS ENTRE EL ACERO IMPORTADO V/S EL NACIONAL

En Chile el acero es un componente clave en todos los sectores económicos. Forma parte de la vida cotidiana de la población y es esencial para el desarrollo del país. Su industria sostiene actividades estratégicas, siendo la construcción y la minería sus principales consumidores. En particular, la minería, motor económico de Chile, depende fuertemente de este material para su funcionamiento y crecimiento.



Imagen N°1: América Latina: importaciones de acero y precio promedio desde China disminuyen 20% ene-sep 2016 (ICHA, 2016).

En el sector de la construcción, el acero es uno de los materiales más utilizados debido a sus cualidades sismo-resistentes (ICHA, 2024).

¿CÚAL ES EL CONSUMO DE ACERO EN CHILE?

En 2023, el consumo aparente de acero en Chile alcanzó las 2.388.000 toneladas. De esta cifra, sólo un 33% correspondió a producción nacional, mientras que el 67% restante fue importado. Estos datos provienen del informe trimestral elaborado por el Instituto Chileno del Acero (ICHA). En este contexto, los principales países de origen del acero importado fueron China, Turquía y Brasil (ICHA, 2024).

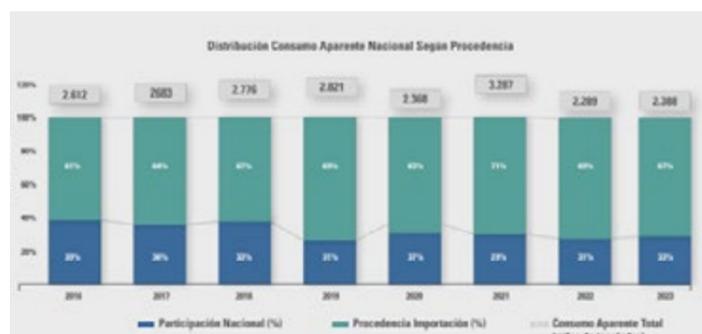


Imagen N° 2: La calidad del acero, la seguridad nacional y el cumplimiento de las leyes chilenas (ICHA, 2023).

¿CÓMO ES EL CUMPLIMIENTO NORMATIVO?

En Chile, la producción de acero, el diseño estructural, la fabricación y el montaje de estructuras están regulados por estrictas leyes y normas técnicas que garantizan la calidad y seguridad de las construcciones. Por ello, producir, importar y distribuir acero en el país exige cumplir rigurosamente con estos estándares.

A pesar de lo anterior, y tal como lo evidencian estudios realizados por el ICHA entre 2015 y 2018, no todo el acero importado cumple con las certificaciones exigidas por la normativa chilena. Aún más preocupante es que no todos quienes importan, comercializan o utilizan este material verifican o exigen dichos documentos. Esta falta de control genera incertidumbre en el proceso constructivo, ya que se desconoce cómo podría comportarse ese acero ante situaciones críticas, como un sismo de gran magnitud (ICHA, 2024).

¿CÚALES SON LOS COSTOS Y DECISIONES DEL MERCADO?

La principal razón por la que muchas constructoras y desarrolladores optan por acero importado es su menor costo unitario. En general, este tipo de acero resulta más barato, en gran parte debido a subsidios estatales en países exportadores o a condiciones laborales menos estrictas. Sin embargo, este “ahorro” aparente puede traducirse en mayores costos a largo plazo, especialmente si se consideran los riesgos estructurales asociados o la necesidad de realizar refuerzos adicionales para compensar una menor calidad (BioBío, 2024).

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS TIENE EN CUANTO A SUSTENTABILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR? ¿CÚALES SON SUS IMPLICANCIAS PRODUCTIVAS?

El acero producido en Chile, además de cumplir con las exigencias normativas, contribuye significativamente a la sustentabilidad ambiental gracias a un modelo de economía circular. Gran parte de su producción proviene del reciclaje de chatarra, y una porción relevante se utiliza en productos como las parrillas de piso o grating (Diario Sustentable, 2022).

Desde una perspectiva productiva, depender en más de un 60% del acero importado representa una vulnerabilidad estructural para la industria de la construcción chilena. En escenarios de crisis global, como interrupciones logísticas o conflictos geopolíticos, el suministro podría verse comprometido, afectando directamente la continuidad y viabilidad de los proyectos en ejecución (Diario Sustentable, 2022).



Imagen N°3: Chile cubre 29% de su demanda interna con acero nacional y reciclado (Diario Sustentable, 2022).

En conclusión, la elección entre acero nacional o importado en la construcción de edificios en Chile no es solo una decisión de costos. Se trata de una elección que implica variables críticas como la seguridad estructural, el cumplimiento de normativas, la sustentabilidad ambiental y la soberanía industrial.

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ La realidad del acero en Chile y la defensa de su calidad.
- ↳ Chile el nuevo aniquilado por el acero de China: alertas y evidencias que no fueron escuchadas.
- ↳ Chile cubre 29% de su demanda interna con acero nacional y reciclado.

Se consideran 6.141 conectores metálicos, 624 elementos de losa, 340.000 tornillos y 2.446 vigas y columnas para la estructura del edificio (Armanet, 2022).

TACC 09 - Edificio Industrializado Momentum

PATENTAMIENTO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE HORMIGÓN PREFABRICADO VOLUMÉTRICO Y POR PIEZAS

En el sector de la construcción, se ha vuelto cada vez más común el uso de elementos prefabricados de hormigón en diversas partidas y unidades de obra, tanto en edificaciones industriales como en proyectos de equipamiento y residenciales (AENOR, 2022).



Imagen N°1: Usos del hormigón prefabricado en Chile (Universidad Católica de Chile, 2024).

Recientemente, ha aumentado la ejecución de proyectos que incorporan sistemas constructivos y piezas prefabricadas, ampliando sus funciones y posicionándolos como elementos clave en los procesos constructivos. Este auge de la industrialización en la construcción ha traído consigo beneficios asociados a la producción en fábrica, como una mayor calidad, seguridad y confiabilidad (AENOR, 2022).

Este escenario ha abierto el debate sobre la protección legal de las invenciones relacionadas con nuevos sistemas constructivos y componentes industrializados de hormigón. Gracias a su aplicación industrial y a la capacidad de resolver problemas técnicos del sector, estas soluciones pueden ser objeto de protección mediante patentes, abarcando desde nuevos materiales y métodos de fabricación, hasta usos innovadores (INAPI, 2025).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE OBTENER UNA PATENTE?

Si bien patentar un sistema constructivo o piezas industrializadas, en este caso de hormigón, no es obligatorio, es una estrategia que se adopta para mantener una ventaja competitiva en el mercado. Las patentes entregan la exclusividad para explotar un invento.

Es importante destacar que los documentos de patente, independientemente del país de origen, cuentan con una estructura uniforme que facilita la extracción de la información relevante. Además, están organizados según un sistema de clasificación estandarizado a nivel global: la Clasificación Internacional de Patentes (CIP). Esta clasificación permite identificar y agrupar las patentes según áreas técnicas específicas, lo que resulta clave para la búsqueda y análisis de tecnologías en sectores como la construcción (INAPI, 2025).

¿QUÉ PATENTES DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE HORMIGÓN PREFABRICADOS EXISTEN?

De acuerdo a lo señalado por la base de datos PATENTSCOPE, algunos de los sistemas constructivos de hormigón prefabricados son:

1. Sistema constructivo mediante elementos de hormigón prefabricado: La patente solicitada por EXSITU de España, consiste en el patentamiento de un sistema constructivo mediante elementos de hormigón prefabricado, constituido fundamentalmente por un sistema multilaminar que incluye todas las prestaciones necesarias para un edificio habitable, combinando elementos verticales y elementos horizontales (PANTENTSCOPE, 2018).

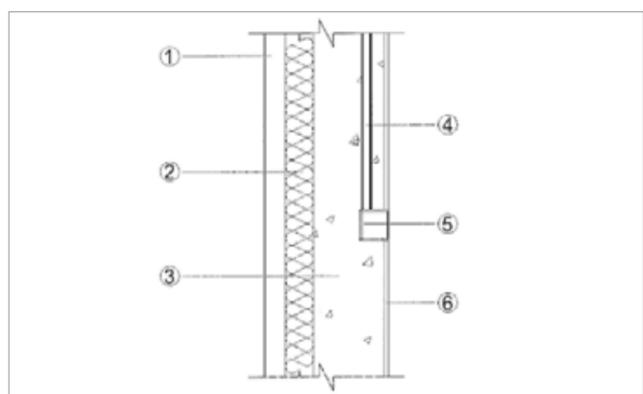


Imagen 2: Piso sistema constructivo mediante elementos de hormigón prefabricado (Patentscope, 2018).

2. Conector prefabricado y sistema de conexión para conectar elementos de hormigón prefabricado: Solicitada por HALFEN de España, busca patentar un sistema de conexión para conectar un primer elemento de hormigón prefabricado a un segundo elemento de hormigón prefabricado, que comprende un conector prefabricado y un elemento de conexión (PANTENTSCOPE, 2020).

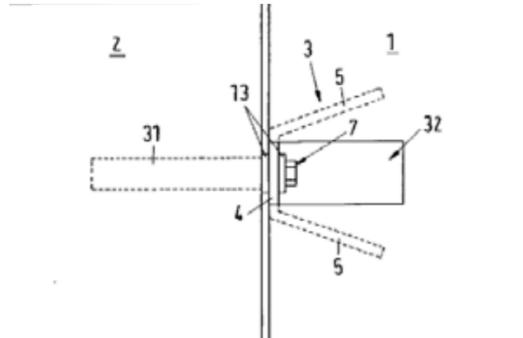


Imagen 3: Conector prefabricado y sistema de conexión para conectar elementos de hormigón prefabricado (Patentscope, 2020).

3. Columnas y módulos de hormigón prefabricados: Solicitada por José Anton Cano Díaz de España, consiste en columnas y módulos de hormigón prefabricados en forma de planchas rectangulares, de diversas medidas según la necesidad de cada caso (PANTENTSCOPE, 1981).

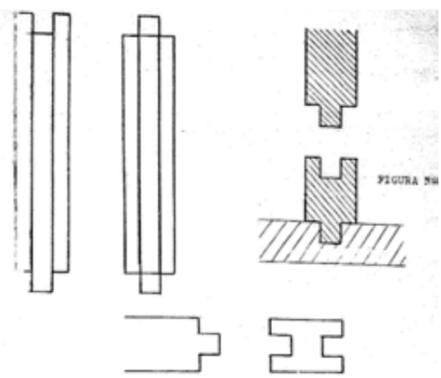


Imagen 4: Columnas y módulos de hormigón prefabricados (Patentscope, 1981).



Imagen N°5: Calidad y tecnología en la industria de prefabricados en hormigón (Tensocret, 2025).

Con el tiempo, los productos y elementos de construcción se volverán cada vez más complejos. Las nuevas exigencias en la producción y los procesos junto con el flujo de materiales necesarios para la misma se deben coordinar entre sí y con los procesos existentes. Por ello, su patentamiento y protección legal es fundamental para proteger la innovación y fomentar el desarrollo de nuevos sistemas más eficientes y sostenibles (Prilhofer, 2025).

¿QUIERES SABER MÁS?

- Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:
- Nueva certificación para sistemas constructivos industrializados - Revista Aenor.
- Preguntas Frecuentes Patentes - INAPI.
- Patentes Para Informarse - INAPI.
- Sistema constructivo mediante elementos de hormigón prefabricado - PATENTSCOPE.
- Conector prefabricado y sistema de conexión para conectar elementos de hormigón prefabricado - PATENTSCOPE.
- Columnas y módulos de hormigón prefabricados - PATENTSCOPE.
- Usos del hormigón prefabricado en Chile - Universidad Católica de Chile.
- Calidad y Tecnología en la industria de Prefabricados en Hormigón - Tensocret.
- Historia de los elementos prefabricados de hormigón - Prilhofer.
- Sistema constructivo para la fabricación de viviendas - PATENTSCOPEmadera Québec.
- CLT- Madera Contralaminada.
- La construcción de viviendas en madera en Chile.

TACC 10 - Impresión 3D y EcoHormigón

PATENTAMIENTO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA IMPRESIÓN 3D

Desde sus inicios, el hormigón como material de construcción ha experimentado importantes transformaciones, tanto en su composición como en las técnicas de puesta en obra. Estos avances han impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas al material, lo que ha generado una evolución significativa en la industria de la construcción, ampliando sus ventajas y aplicaciones en diversos ámbitos (*Torres, R., 2016*).



Imagen N°1: ¿Hormigón flexible? El nuevo material para la impresión 3D en la construcción (CDT, 2025).

En el caso del hormigón utilizado para impresión 3D, una de sus principales limitaciones es su baja resistencia a la tracción, lo que lo hace propenso a fracturarse con facilidad. Esta característica representa un desafío clave para la automatización de estructuras impresas, ya que el material debe contar con la resistencia mecánica necesaria para soportar el proceso constructivo y las cargas posteriores. Como respuesta a esta necesidad, diversas universidades e instituciones de investigación han centrado sus esfuerzos en desarrollar formulaciones de hormigón con propiedades mejoradas, específicamente adaptadas a las exigencias de la impresión 3D (*Hormigón al Día, 2025*).

¿QUÉ REGISTROS DE PATENTAMIENTO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA IMPRESIÓN 3D EXISTEN?

1. Mezcla de material cementoso seco para impresión 3D: Se trata de una patente publicada en 2022 y solicitada en México, que describe una mezcla especialmente formulada para impresión 3D en construcción. La composición incluye un cemento hidráulico, al menos un aditivo potenciador de viscosidad, un acelerador de fraguado y agregados seleccionados, todos en estado seco. Esta combinación busca optimizar las propiedades reológicas y de resistencia del material durante el proceso de impresión.

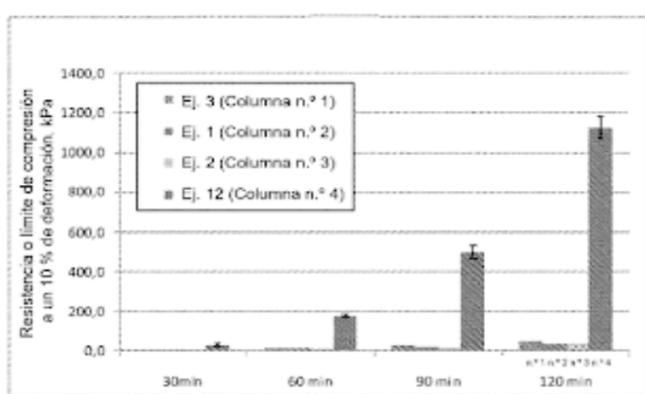


Imagen N°2: Mezcla de material cementoso seco para impresión 3D (Patentscope, 2022).

2. Mezcla cementosa para impresora 3D, con rendimiento mejorado y uso relacionado: Patente publicada en 2024 y solicitada en España, que se enmarca en el campo de las composiciones cementosas diseñadas para tecnologías de impresión 3D. Esta invención está orientada específicamente a la producción de objetos tridimensionales mediante impresión por extrusión, y propone una mezcla optimizada para mejorar el rendimiento durante la impresión, garantizando una mayor precisión, fluidez y resistencia en las estructuras resultantes.

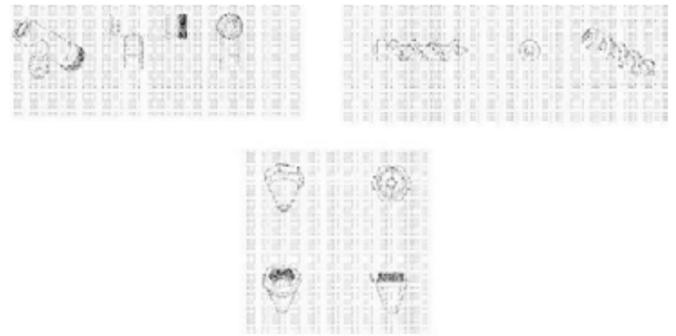


Imagen N°3: Mezcla cementosa para una impresora 3D, con rendimiento mejorado y uso relacionado en dicha impresora (Patentscope, 2024).

3. Mezcla cementosa para una impresora 3D y uso de la misma: Patente publicada en 2018 y solicitada en España, que describe una mezcla cementosa especialmente formulada para ser utilizada en impresoras 3D. La composición comprende: cemento o aglutinante hidráulico, adición hidráulica latente, agente de carga, agregados, aditivos y agua.

Esta formulación está diseñada para optimizar las propiedades del material durante el proceso de impresión, asegurando una adecuada extrusión, trabajabilidad y resistencia en la fabricación de estructuras tridimensionales.

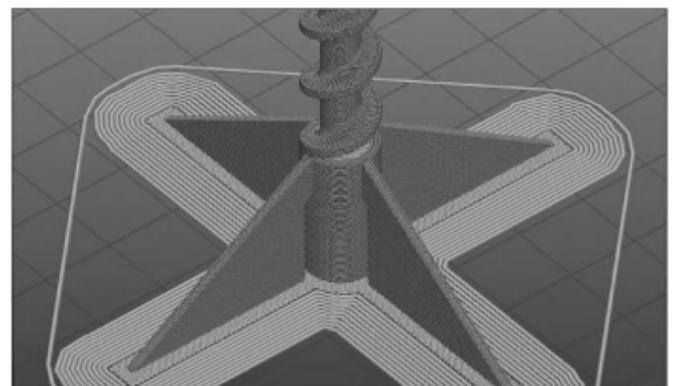
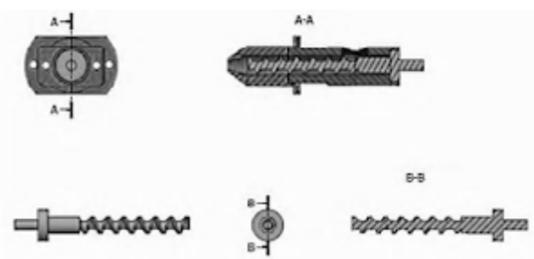


Imagen N°4: Mezcla cementosa para una impresora 3D y uso de la misma (Patentscope, 2018).

4. Morteros de conchas marinas trituradas para impresión 3D: Patente publicada en 2022 y solicitada en España, que presenta una invención orientada al desarrollo de nuevas composiciones basadas en geopolímeros. Estas mezclas incorporan conchas marinas trituradas como componente principal, y están diseñadas para ofrecer buenas propiedades mecánicas y una excelente imprimibilidad. Su formulación las hace aptas tanto para aplicaciones en materiales de construcción tradicionales, como para tecnologías de impresión 3D, promoviendo además el uso de residuos naturales como parte de un enfoque sostenible.

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ Diseño de hormigón para impresión en 3D - Torres R.
- ↳ ¿Hormigón flexible? El nuevo material para la impresión 3D en la construcción - CDT
- ↳ Desarrollan un tipo de "hormigón flexible" especialmente formulado para la impresión 3D - Hormigón al día.
- ↳ 3D Concrete Printing - Sika Group.
- ↳ Mezcla cementosa para una impresora 3D y uso en dicha impresora - PATENTSCOPE.
- ↳ Mezcla cementosa para una impresora 3D, con rendimiento mejorado y uso relacionado en dicha impresora - PATENTSCOPE.
- ↳ Mezcla cementosa para una impresora 3D y uso de la misma - PATENTSCOPE.
- ↳ Mezcla de material cementoso seco para impresión 3D - PATENTSCOPE.
- ↳ Morteros de conchas marinas trituradas para impresión en 3D - PATENTSCOPE.
- ↳ Impresión 3D en Chile: avances en la construcción - Construye 2025.

- Material sostenible, eficiente, versátil y estético.
- Su uso contribuye a la reducción de CO2.
- Mayor y mejor productividad, acelera los procesos de construcción (*Madera 21, 2025*).

TACC 11 - Edificio Canada House

PEQUEÑOS EDIFICIOS RESIDENCIALES EN MADERA DE BAJA ALTURA, EN PAÍSES DE ALTO VIENTO Y SISMOS

La construcción en madera ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, pasando de ser vista como una opción tradicional a consolidarse como una solución sostenible y responsable ambientalmente. Actualmente, con el fin de aprovechar al máximo este material, han surgido una gran cantidad de técnicas y modificaciones con el propósito de adaptar y personalizar las características de la madera a las demandas del diseño y los nuevos métodos de construcción (*ArchDaily, 2023*).



Imagen N°1: ¿Es la madera una buena opción para enfrentar terremotos? (*ArchDaily, 2020*).

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE LOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS EN MADERA?

Algunas de las principales ventajas son:

1. Captura de carbono y menor generación de huella de carbono.
2. Excelente trabajabilidad.
3. Rapidez en el montaje de la obra, aportando a la reducción de residuos.

¿QUÉ OCURRE CUANDO SE CONSTRUYE EN LOCALIDADES CON CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y SÍSMICAS EXIGENTES?

Muchas investigaciones con pruebas reales han demostrado que las construcciones en madera presentan un comportamiento adecuado frente a este tipo de fenómenos. Según *ArchDaily (2021)*, en lugares donde los terremotos son comunes, el desarrollo de soluciones que reduzcan los riesgos y daños a las edificaciones es primordial. En este sentido, las edificaciones en madera cumplen con los siguientes atributos:

1. Estructuras ligeras.
2. Rigidez adecuada.
3. Los componentes contribuyen a absorber y disipar parte de la energía.

PRÁCTICAS GLOBALES DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN MADERA.

El Centro de Innovación en Madera UC, desarrolló una plataforma interactiva para la observación y análisis de estadísticas dinámicas del estado del arte de proyectos en madera a nivel nacional, con foco principal en construcción en altura (*Valor U, 2024*).

Algunos casos de proyectos representativos en zonas sísmicas o con condiciones climatológicas exigentes son:

- **Estados Unidos:** durante 2023 se realizó la primera simulación de terremoto en un edificio de madera. El proyecto de infraestructura de investigación en Ingeniería de Riesgos Naturales en conjunto con Tallwood Design Institute (Oregon), llevaron a cabo exitosamente un ensayo que consistió en simular 100 sismos de distintas intensidades en un edificio de diez pisos construido en madera masiva, a lo largo de tres meses. El edificio permaneció intacto, demostrando una considerable resistencia a sismos y movimientos fuertes (*Arauco, 2024*).

Durante las pruebas, 800 sensores recolectaron datos cruciales que permiten desarrollar y calibrar modelos informáticos que ayuden a diseñar edificios similares en el mundo real. Es importante mencionar que los últimos cuatro pisos serán desmantelados para realizar ensayos adicionales, enfocados en la reutilización del material al final de su vida útil (*ArchDaily, 2023*).



Imagen N°2: Mass Timber: Primera simulación de terremoto en un edificio en madera de 10 pisos (*ArchDaily, 2023*).

- **Japón:** En el año 2013 a través del Proyecto SOFIE, se realizó un ensayo en la plataforma vibratoria de NIED (National Institute for Earth Science and Disaster Prevention). Este consistió en el análisis de un edificio residencial de tres pisos ubicado en Tsukuba. El estudio se realizó exclusivamente con la estructura, a la cual se le incorporó peso en formas de placas de acero simulando la carga de revestimientos y ocupación real del edificio.

Después de haber sido expuesto a la simulación de 12 terremotos reales, no se observaron daños graves en el edificio de 3 pisos. El edificio mantuvo su integridad sin deformaciones y sin necesidad de realizar reparaciones (*Madera y Construcción, 2020*).



Imagen N°3: Plataforma vibratoria en NIED (*Madera y Construcción, 2020*).

¿QUIERES SABER MÁS?

Revisa las publicaciones que han sido referencias para este artículo:

- ↳ De la tradición a la innovación: cómo las tecnologías modernas están transformando el potencial de la madera- *ArchDaily*
- ↳ 5 razones por las que la Madera Masiva o Mass Timber será el próximo referente en construcción- *ArchDaily*
- ↳ Mass Timber: Primera simulación de terremoto en un edificio de madera de 10 pisos- *ArchDaily*
- ↳ Construcciones en madera: resistencia sísmica prometedora- *Arauco*
- ↳ Proyectos de edificios de madera alrededor del mundo- *Valor-U*
- ↳ ¿Es la madera una buena opción para enfrentar terremotos?- *ArchDaily*
- ↳ CLT y sismo: un caso práctico- *Madera y Construcción*

Referencias

- Abad Ramón, M. (2021, 4 de octubre). La patentabilidad de los “gemelos digitales”, una revolución industrial. Cinco Días. https://cincodias.elpais.com/legal/2021/09/30/juridico/1633002227_931782.html
- AEDAS Homes. (Noviembre, 2019). AEDAS Homes continúa modernizando la construcción con fachadas industrializadas [Artículo web]. AEDAS Homes. www.aedashomes.com/prensa/fachadas-industrializadas
- Arquitectura PUC. (25 de agosto de 2022). Ciudades del futuro, edificación sustentable en madera”, summit organizado por Arauco y la Asociación de Oficinas de Arquitectos (AOA). Arquitectura PUC. arquitectura.uc.cl/Proyectos/Noticias/7425-Juan-Jose-Ugarte-Participa-En-La-Primera-Cumbre-Sobre-Construccion-En-Madera.Html
- Autefi Energy. (s.f.). Servicios. Autefi Energy. <https://autefi.energy/servicios>
- Ashton, D. (Julio, 2024). What are material passports (and how do they work)?. University of the Built Environment. www.uceb.ac.uk/whats-happening/articles/material-passports/
- Arup & Ellen MacArthur Foundation. (2022, 15 de marzo). Circular Buildings Toolkit: framework [Página del toolkit]. d.Hub Circular Buildings Toolkit. Recuperado de <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/framework>
- Arup & Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). Strategies. d.Hub Circular Buildings Toolkit. Recuperado de <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/strategies>
- Arauco. (2024, 19 de julio). El ABC de la construcción con madera masiva [Entrada técnica]. Hilam. <https://arauco.com/chile/hilam-blog/el-abc-de-la-construccion-con-madera-masiva>
- Arauco. (2024, 25 de marzo). Construcciones en madera: resistencia sísmica prometedora [Artículo web]. Hilam (Arauco). <https://arauco.com/chile/hilam-blog/construcciones-en-madera-resistencia-sismica-prometedora/>
- Ávita System. (2023, 20 de febrero). Reciclaje de edificios: ¿Qué ocurre al final de su vida útil? [Entrada de blog]. Ávita System. <https://www.avitasystem.com/insights/>
- Baldwin, E. (Septiembre, 2021). Pasaportes de materiales: ¿Cómo los datos integrados pueden repensar la arquitectura y el diseño?. ArchDaily en Español. www.archdaily.cl/cl/967775/como-los-datos-integrados-pueden-repensar-la-arquitectura-y-el-dise-no
- Basque Digital Innovation Hub. Recuperado de <https://bdih.spri.eus/es/plataforma-para-la-optimizacion-y-gestion-energetica/>
- Business Insider España. (Julio, 2022). La innovación está detrás del sistema IKONGREEN, de Ferrovial: una idea única para potenciar la sostenibilidad en la construcción. Business Insider España. www.businessinsider.es/branded/ikongreen-nuevo-sistema-ferrovial-abastece-energia-verde-obra-1086069
- BZero Consulting [@bzeroconsulting]. (n.d.). [Perfil de Instagram]. Instagram. <https://www.instagram.com/bzeroconsulting/>
- Centro de Desarrollo de Tecnologías de la Construcción (CDT). (2025, 6 de febrero). ¿Hormigón flexible? El nuevo material para la impresión 3D en la construcción [Artículo web]. CDT. <https://www.cdt.cl/hormigon-flexible-el-nuevo-material-para-la-impresion-3d-en-la-construccion/>
- Construcía. (2025). Material Passport – Circular construction. Construcía. www.construcia.com/en/material-passport/
- CTECInnovación. (Mayo 2023). Plataforma Pasaporte de Materiales P+. CTECInnovación. ctecinnovacion.cl/proyectos-parque-innovacion/plataforma-pasaporte-de-materiales/
- CTECInnovación & Chile Green Building Council. (s.f.). Plataforma Pasaporte de Materiales. www.pasaportemateriales.cl/
- CTEC Innovación. (s.f.). Fachadas adaptables industrializadas [Página del proyecto]. <https://ctecinnovacion.cl/proyectos-parque-innovacion/fachadas-adaptables-industrializadas/>
- CTECInnovación. (s.f.). Módulo multipropósito Net Zero. CTECInnovación. <https://ctecinnovacion.cl/proyectos-parque-innovacion/modulo-net-zero/>
- Construye2025. (2024, 17 de marzo). Impresión 3D en Chile: avances en la construcción [Artículo web]. Construye2025. <https://construye2025.cl/2024/03/17/impresion-3d-en-chile-avances-en-la-construccion/>
- Diario Sustentable. (2022, 19 de abril). Chile cubre 29% de su demanda interna con acero nacional y reciclado. <https://www.diario-sustentable.com/2022/04/chile-cubre-29-de-su-demanda-interna-con-acero-nacional-y-reciclado/>

Depenning Legal & Business Advisors. (2025). How Copyright Law Adapts to Digital Twins and Virtual Models. <https://depenning.com/blog/how-copyright-law-is-adapting-to-the-rise-of-digital-twins-and-virtual-models/>

Eco Intelligent Growth. (2023, 2 de octubre). El pasaporte de materiales: indispensable para la descarbonización de los edificios. Eco Intelligent Growth. www.ecointelligentgrowth.net/es/el-pasaporte-de-materiales-indispensable-para-la-descarbonizacion-de-los-edificios/

Enel X. (s.f.). What is an energy monitoring system and how does it work?. Enel X. <https://corporate.enelx.com/en/question-and-answers/what-is-energy-monitoring>

EMMA Energy. (s.f.). Eficiencia energética. EMMA Energy. <https://emmaenergy.com/>

Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático (ETICC). (s.f.). 2da Sesión: Taxonomía de Actividades Económicas [Sesión]. Ministerio del Medio Ambiente. cambioclimatico.mma.gob.cl/organismos-colaboradores/eticc/

Ferrovial. (Marzo, 2022). Trabajadores de Ferrovial diseñan un módulo de suministro energético en obra 100% sostenible que utiliza la energía renovable que genera. Ferrovial. <https://newsroom.ferrovial.com/es/noticias/ferrovial-ikongreen-energia-descarbonizacion/>

Florian, M.-C. (2023, 25 de septiembre). De la tradición a la innovación: cómo las tecnologías modernas están transformando el potencial de la madera. ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/1007171/de-la-tradicion-a-la-innovacion-como-las-tecnologias-modernas-estan-transformando-el-potencial-de-la-madera>

Franco, J. T. (2023, 16 de mayo). Mass timber: primera simulación de terremoto en un edificio de madera de 10 pisos [Artículo web]. ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/1000961/mass-timber-primera-simulacion-de-terremoto-en-un-edificio-de-madera-de-10-pisos>

Fundación Tekniker (Basque Digital Innovation Hub). (s.f.). Plataforma para la optimización y gestión energética [Página web].

Instituto Chileno del Acero. (2024, 10 de mayo). La realidad del acero en Chile y la defensa de su calidad. <https://icha.cl/la-realidad-del-acero-en-chile-y-la-defensa-de-su-calidad/>

Gattupalli, A. (2024, 15 de marzo). Fachadas en la economía circular: diseño para el desmontaje [Artículo web]. ArchDaily en Español. <https://www.archdaily.cl/cl/1014415/fachadas-en-la-economia-circular-diseno-para-el-desmontaje>

Geprom (parte de Telefónica Tech). (s.f.). Software de eficiencia energética [Página del producto]. Geprom. <https://www.geprom.com/productos/software-eficiencia-energetica/>

Hormigón al Día. (s.f.). Desarrollan un tipo de “hormigón flexible” especialmente formulado para la impresión 3D [Artículo web]. Hormigón al Día. <https://hormigonaldia.ich.cl/smartconcrete/desarrollan-un-tipo-de-hormigon-flexible-especialmente-formulado-para-la-impresion-3d/>

Hube, M. (2024, 1 de febrero). Usos del hormigón prefabricado en Chile. Ingeniería UC Educación Profesional. <https://educacionprofesional.ing.uc.cl/usos-del-hormigon-prefabricado-en-chile/>

InnovAcción CENS. (2024, 8 de agosto). Transformación digital para eficiencia energética [Entrada de blog]. InnovAcción CENS. www.innovaccioncens.com/2024/08/08/transformacion-digital-eficiencia-energetica/

Instituto Nacional de Propiedad Industrial. (s.f.). Patentes. <https://www.inapi.cl/preguntas-frecuentes/patentes>

Instituto Nacional de Propiedad Industrial. (s.f.). Para informarse. <https://www.inapi.cl/patentes/para-informarse>

Inmobiliaria Gonsi. (s.f.). El pasaporte de materiales: nuestra herramienta para la gestión de los “nutrientes”. Inmobiliaria Gonsi. inmobiliariagonsi.com/el-pasaporte-de-materiales-nuestra-herramienta-para-la-gestion-de-los-nutrientes/

Instituto Chileno del Acero. (2016, 15 de noviembre). América Latina: Importaciones de acero y precio promedio desde China disminuyen 20% en ene-sep 2016. <https://icha.cl/america-latina-importaciones-de-acero-y-precio-promedio-desde-china-disminuyen-20-en-ene-sep-2016/>

Lázaro, L. (2022, diciembre). Nueva certificación para sistemas constructivos industrializados. AENOR: Revista de la Evaluación de la Conformidad, (386), 21–30. <https://revista.aenor.com/386/nueva-certificacion-para-sistemas-constructivos-industrializ.html>

Maderayconstruccion. (s.f.). CLT y sismo: un caso práctico [Artículo web]. Madera y Construcción. <https://maderayconstruccion.com/clt-y-sismo-un-caso-practico/>

Martínez, K. (2022, enero). Economía circular, un desafío transformador para el sector construcción. Instituto de la Construcción. www.iconstruccion.cl/opinion/economia-circular-un-desafio-transformador-para-el-sector-construccion/

Maldonado Caballero, C. (Septiembre, 2023). Ministerio de Hacienda avanza en el desarrollo de un sistema de clasificación de actividades económicas medioambientalmente sostenibles. País Circular. <https://www.paiscircular.cl/medio-ambiente/ministerio-de-hacienda-avanza-en-el-desarrollo-de-un-sistema-de-clasificacion-de-actividades-economicas-medioambientalmente-sostenibles/>

Ministerio de Hacienda. (2 de junio de 2025). Construyendo un lenguaje común para la sostenibilidad: Estructura de la Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles para Chile. Ministerio de Hacienda. <https://www.hacienda.gob.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/finanzas-sostenibles/taxonomia-para-actividades-economicas-medioambientalmente-sostenibles>

Ministerio de Hacienda. (02 de junio de 2025). Taxonomía para actividades económicas medioambientalmente sostenibles. Ministerio de Hacienda. www.hacienda.cl/areas-de-trabajo/finanzas-internacionales/finanzas-sostenibles/taxonomia-para-actividades-economicas-medioambientalmente-sostenibles

Ministerio de Hacienda. (s.f.). Infografía: Taxonomía en español. <https://www.hacienda.gob.cl/>

Ministerio de Hacienda. (2025, febrero). Taxonomía de actividades económicas medioambientalmente sostenibles [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=e4G8zuoD-os>

Ministerio de Hacienda. (14 de enero de 2025). Hacienda lanzó consulta pública y presentó Anteproyecto de la Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles. www.hacienda.cl/noticias-y-eventos/noticias/hacienda-lanzo-consulta-publica-y-presento-anteproyecto-de-la-taxonomia-de

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f.). Economía Circular. Recuperado de <https://economiecircular.mma.gob.cl/construccion/>

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (s.f.). ES228740568 – Sistema constructivo modular industrializado con elementos prefabricados. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES228740568&_cid=P12-MBFBMB-54166-1

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (s.f.). ES307314950 – Sistema de construcción modular con elementos prefabricados para edificaciones sostenibles. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES307314950&_cid=P12-MB-FBSU-61231-1

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (s.f.). ES5169452 – Sistema constructivo modular prefabricado. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES5169452&_cid=P12-MBFBSU-61231-1

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (s.f.). CU4401102 – Sistema constructivo modular con elementos prefabricados de hormigón. https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CU4401102&_cid=P22-MBIJGB-81139-1

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (s.f.). CU4401102 – Sistema constructivo modular con elementos prefabricados de hormigón [Solicitud de patente]. PATENTSCOPE. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CU4401102>

PatentPC. (n.d.). How to navigate patent challenges in digital twins [Blog]. PatentPC. <https://patentpc.com/blog/how-to-navigate-patent-challenges-in-digital-twins/>

Prilhofer Consulting GmbH & Co. KG. (s.f.). Historia de los elementos prefabricados de hormigón. <https://www.prilhofer.com/historia-de-prefabricados>

Reyes, V. (2024, 21 de marzo). Chile, el nuevo aniquilado por el acero de China: alertas y evidencias que no fueron escuchadas. BioBioChile. www.biobiochile.cl/noticias/economia/negocios-y-empresas/2024/03/21/chile-el-nuevo-aniquilado-por-el-acero-de-china-alertas-y-evidencias-que-no-fueron-escuchadas.shtml

Reporte Minero. (s.f.). ¿Qué son gemelos digitales? [Artículo web]. Reporte Minero. <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2022/12/que-son-gemelos-digitales>

Sacyr. (2024). Pasaporte de materiales. SACYR Innovación. <https://www.sacyr.com/-/pasaporte-de-materiales> (sacyr.com)

Sustainable Avenue. (2022, 13 de abril). Esta empresa fabrica fachadas prefabricadas que hacen que los edificios antiguos sean energéticamente eficientes [Artículo web]. Sustainable Avenue. <https://sustainableavenue.com/project/this-company-makes-prefab-facades-that-make-old-buildings-energy-efficient/>

See Brilliance. (2022, 13 de abril). Why prefabricated facade systems could revolutionise commercial construction [Artículo web]. See Brilliance. <https://www.seebrilliance.com/why-prefabricated-facade-systems-could-revolutionise-commercial-construction/>

Sika AG. (s.f.). 3D concrete printing [Página web]. Sika. <https://www.sika.com/en/knowledge-hub/3d-concrete-printing.html>

Tensocret. (s.f.). Tensocret. <https://www.tensocret.cl/>

Timber Ecco [@timber_ecco]. (n.d.). Instagram. https://www.instagram.com/timber_ecco/p/DBSPwbxj_C/

The Objective. (2024, 14 de febrero). Ikongreen: una solución innovadora para una construcción más sostenible [Artículo web]. The Objective. <https://theobjective.com/further/branded-content/2024-02-14/ikongreen-obra-sostenible-ferrovial/>

Torres, R. (2016). Diseño de hormigón para impresión en 3D [Trabajo de fin de máster, Universitat Politècnica de València]. <https://www.masterenhormigon.com/images/TFM/RTR.pdf>

U.S. Government Accountability Office. (2023, 14 de febrero). Science & Tech Spotlight: Digital Twins—Virtual Models of People and Objects (Informe GAO-23-106453). <https://www.gao.gov/products/gao-23-106453>

Universidad Politécnica de Valencia. (s.f.). Ferrovial – Ikongreen: módulos de energía renovable para la obra [Página del proyecto]. Innoecotur. <https://innoecotur.webs.upv.es/project/ferrovial-ikongreen-modulos-de-energia-renovable-para-la-obra/>

Valor U. (s.f.). Proyectos en madera internacionales. Valor U. www.valor-u.com/proyectos-en-madera-internacionales/

Vicente del Olmo, L. I., & Muñoz Ferrandis, C. (2021, 13 de julio). Gemelos digitales: ¿Cómo podemos utilizar la propiedad industrial para gestionar los activos híbridos físicos-digitales? Atlas Tecnológico. <https://atlastecnologico.com/gemelos-digitales-como-podemos-utilizar-la-propiedad-industrial-para-gestionar-los-activos-hibridos-fisicos-digitales/>

Wilde, C. (2024, 7 de junio). What are Material Passports and what are the benefits of using them? [Blog]. UK Green Building Council. <https://ukgbc.org/news/what-are-material-passports-and-what-are-the-benefits-of-using-them/>

World Intellectual Property Organization. (n.d.). Patentscope: Registro de la solicitud de patente [Base de datos en línea]. <https://patentscope.wipo.int/>

World Intellectual Property Organization. (n.d.). PATENTSCOPE. patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES437327309

World Intellectual Property Organization. (n.d.). ES 426 501 428 – Sistema constructivo modular con elementos prefabricados [Solicitud de patente]. PATENTSCOPE. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES426501428>

World Intellectual Property Organization. (n.d.). PATENTSCOPE. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES317656884>

World Intellectual Property Organization. (n.d.). PATENTSCOPE. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=MX413577585>

World Intellectual Property Organization. (n.d.). PATENTSCOPE. Recuperado de <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=ES353404103>

