COLEGIO
DE INGENIEROS
DE CHILE A.G.

ANEXOS

B.- TRANSFORMACIÓN: ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD INDUSTRIAL

ANEXO 5: “Economía Circular y Construcción Industrializada”



COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.

ANEXO 5.

Economía Circular y Construcción Industrializada

CAPÍTULO 1

CONTRATOS COLABORATIVOS PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR Y CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Autores: Janen Calle Rubén González Christian Morales Rodrigo Pérez Claudia Petit
Luis Felipe Torres

1. Breve Introducción al capítulo

La implementación de economía circular e industrialización en el sector de la construcción, como solución a problemas estructurales del país, como la crisis habitacional y medioambiental, requiere de instrumentos concretos que faciliten su irrupción tanto en proyectos privados, como públicos. Los contratos colaborativos son una herramienta que contribuye con el cumplimiento de los objetivos de política pública en ambas materias, y deben ser considerados como una vía para su realización, fundamentalmente como activador de la productividad del sector privado y lograr una sólida articulación para la colaboración público-privada.

Este capítulo busca presentar un resumen sucinto sobre el estado actual de la implementación de este tipo de contratos. Se definen y describen sus características principales y su utilidad. Asimismo, busca proponer estrategias y acciones concretas que impulsen y faciliten su adopción, y establecer una visión de futuro que trace una línea estratégica clara para avanzar en su desarrollo e implementación sostenida, como un instrumento de Economía Circular y Construcción Industrializada.

Como se verá en el capítulo, la experiencia incipiente en Chile sobre la aplicación de este tipo de contratos ha sido positiva. La experiencia de países vecinos como Perú, refuerza los buenos resultados internacionales de la aplicación de este modelo de contrato. Con esa experiencia se propone algunas acciones a emprender que

permitan impulsar esta práctica.

La naturaleza de la construcción de este capítulo, como resultado de una mesa de trabajo de duración acotada que fue integrada por agentes públicos y privados, muestra cómo este tipo de contratos concita interés como una herramienta concreta al logro de objetivos en ambos sectores y su sola confección al alero de las mesas de trabajo del Colegio de Ingenieros, da cuenta del potencial movilizador de la temática.

Este capítulo se debe considerar un texto de tipo introductorio, si bien cuenta con citas bibliográficas, su alcance no es la de un documento investigativo, ni académico. Es más bien un documento de trabajo que pretende establecer operativamente una ruta de acción al interior de las mesas del Colegio de Ingenieros y difundir más ampliamente los conceptos y su uso.

2. Objetivos del capítulo

El objetivo principal de este informe de la *Subcomisión de Contratos Colaborativos* es presentar un resumen sucinto sobre el estado actual de la implementación de este tipo de contratos y los positivos resultados que han generado en los países en que se han utilizado. Asimismo, busca proponer estrategias y acciones concretas que impulsen y faciliten su adopción en el mercado nacional, y establecer una visión de futuro que trace una línea estratégica clara para avanzar en su desarrollo e implementación sostenida como un instrumento de Economía Circular y Construcción Industrializada.

Los objetivos secundarios son:

- Entregar información útil para agencias públicas y privadas interesadas en contratos colaborativos.
- Difundir los contratos colaborativos como una forma de contratación moderna, que entrega múltiples beneficios a las partes.
- Establecer recomendaciones para el uso de contratos colaborativos.
- Compartir experiencias nacionales e internaciones sobre su uso y el positivo impacto que han generado.

3. ¿Qué son los contratos colaborativos?

Los contratos colaborativos son **una forma de agrupar diversas formas contractuales que se distinguen de los sistemas de contratación tradicional**, por su característica de buscar un relacionamiento de las partes de tipo **no confrontacional**, o **enfatizando el logro de objetivos comunes**, **compartición del riesgo**, que involucran conceptos, tales como **alianzas** o "***partnering***", y también, la

integración temprana, total o parcial, de los participantes en un proyecto, así también la **resolución consensuada de conflictos**, sin poner énfasis en los resguardos y sanciones que los contratos tradicionalmente incluyen con fin de cuidar los activos e intereses individuales.

La contratación colaborativa o relacional surge y es desarrollada principalmente en Gran Bretaña[1] y Estados Unidos, cuya piedra angular es el fomento de relaciones contractuales alineadas hacia objetivos comunes, con adecuada distribución de los riesgos, involucramiento temprano de todos los actores, mecanismos de alerta y solución precoz de controversias, en un ambiente de comunicación abierta y cooperación.

Por otra parte, el sistema de contratación tradicional que impera en Chile, y en general en Latinoamérica, no alinea los intereses de cada parte con el resultado del proyecto, en contraste con la oportunidad de sinergia que brinda contar con posiciones centradas en articular cooperación.

En Chile para la construcción de obra pública, el estándar contractual MOP es el *Reglamento para Construcción de Obras Públicas* (RCOP)[2], que regula los contratos de ejecución de obras celebrados por el Ministerio de Obras Públicas, sus Direcciones Generales y Servicios, y por las empresas e instituciones que se relacionen con el Estado por su intermedio, sumado a otras regulaciones y resoluciones en ámbitos de riesgos, género, y el ámbito de la consultoría; esto abarca en torno a un 60% de la construcción pública, y más puesto que muchos de los contratos de servicios distintos a MOP, se rigen por esquemas similares. En general, la contratación de obras desde el Estado está afecta a la regulación administrativa para licitaciones y contratos.

Por el lado de la acción privada, la contratación está regulada principalmente por el Código Civil, y se puede encontrar diversas formas de contratos que ponen diferentes formas de control sobre la acción de las partes. Se distinguen los contratos de obras, los subcontratos de obras, los contratos de provisión de bienes (compras) y servicios y los contratos de relación laboral.

---

[1] Se suele mencionar que el documento que entrega los lineamientos iniciales de un esquema colaborativo de contratación es el informe de Sir Michael Latham, M. (1994) titulado “Constructing The Team - Joint Review of Procurement and Contractual Arrangements in the United Kingdom Construction Industry Final Report”.

2 Disponible en el siguiente enlace:

3 https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=233103

En general las formas contractuales tradicionales tienen una estructura centrada en la responsabilidad individual, la separación clara de roles, la imposición de formas de control sobre la acción de las partes. Esto puede entenderse como una lógica de desconfianza preventiva: el contrato regula de forma estricta para evitar desviaciones, conflictos o incumplimientos, bajo una lógica jerárquica en la que el éxito estaría dado por: obligaciones claras, cumplimiento medible, sanciones en caso de incumplimiento.

El sistema de contratación colaborativa se manifiesta por medio de los denominados "contratos colaborativos", que recogen –en mayor o menor medida– los principios y aspectos que caracterizan este método de contratación (ver punto 4), resultando contratos con distintos niveles de involucramiento o colaboración entre los actores, que van desde niveles de colaboración incipiente hasta niveles de máxima vinculación, asociación o integración.

Cabe señalar que tanto las formas de contratación tradicionales o colaborativas sean contratos de obras públicas o privadas, en Chile, se suscriben en el marco de las mismas regulaciones generales, dentro de las que es posible definir lógicas completamente diferentes de relación entre contratos tradicionales y colaborativos.

En Chile, el Centro de Desarrollo Tecnológico (o "CDT" por sus siglas), parte de la Cámara Chilena de la Construcción, ha desarrollado una Ficha titulada "Información de Contratos Colaborativos"[3] en la que recoge 8 definiciones que se han dado para identificar qué es un contrato colaborativo, las cuales se reproducen a continuación:

- Definición 1: *La contratación colaborativa es un enfoque de la contratación que permite **alinear los intereses de las partes implicadas en un esfuerzo mutuo** o con un objetivo común.* (Venerus Advisory Partners)
- Definición 2: *Un contrato de colaboración es un acuerdo que describe el marco, las responsabilidades y las **contribuciones de los participantes que trabajan juntos** en una actividad o proyecto determinado.* (IGI Global)
- Definición 3: *Un acuerdo de colaboración es un documento jurídicamente vinculante que establece las **condiciones y responsabilidades de las partes que participan en un esfuerzo empresarial de colaboración**. Estos acuerdos resumen el alcance de la colaboración, los objetivos alcanzados y las funciones y contribuciones distintivas de cada participante.* (Contracts Counsel)

[3] Disponible para consulta en el siguiente enlace: https://www.cdt.cl/?post_type=dlm_downloadCp=2667796

- Definición 4: *Un acuerdo de colaboración es un acuerdo entre al menos dos partes que desean* ***trabajar juntas en un proyecto comercial sobre una base de colaboración o cooperación****. El acuerdo establece los términos y condiciones específicos de* ***la relación de trabajo de las partes, incluida la asignación de responsabilidades y la división de los ingresos derivados de la explotación del trabajo***. (Rocket Lawyer)
- Definición 5: *Los contratos de colaboración son aquellos en los que las partes* ***trabajan juntas, de buena fe, para lograr resultados comunes****.* ***Se centran en solucionar los problemas y no en culpar a nadie, gestionen el riesgo de forma equitativa y conjunta cuando proceda,*** *fomenten la transparencia y eviten los litigios.* (Collaborative Contracting).
- Definición 6: *Se refiere a los "métodos de contratación colaborativos" como "****una filosofía de contratación basada en la transparencia, la confianza y la colaboración****, que reúne a las partes interesadas clave al comienzo de un* ***proyecto y las mantiene comprometidas durante toda su vida útil****".* (Project Management Institute (PMI).
- Definición 7: *La colaboración en los contratos se refiere a la creación y mantenimiento de relaciones de negocio en las que dos o más partes* ***acuerdan cooperar para alcanzar objetivos compartidos****.* (International Association for Contract and Commercial Management - IACCM).
- Definición 8: *Aquellos que proporcionan un marco contractual para la colaboración, los cuales,* ***en lugar de centrarse en la transferencia de riesgos, se enfocan en la cooperación y coordinación entre todas las partes para alcanzar metas y objetivos compartidos***. (David Mosey, Director del Centre of Construction Law and Dispute Resolution en King's College London).

Las definiciones de contrato colaborativo proporcionadas por el documento CDT ofrecen una perspectiva diversa del concepto, si bien todas coinciden en la **cooperación** como elemento central.

Las distinciones clave entre estas definiciones se encuentran en conceptos centrados en alinear intereses y objetivos comunes frente a la necesidad de establecer marcos estructurados y las responsabilidades formales; así también aquellas en que el foco se pone en el manejo de conflictos y la buena fe versus aquellas centradas en transparencia continua y la gestión colaborativa durante la duración del proyecto. La distinción entre una filosofía colaborativa y un acuerdo técnico y detallado.

En esta línea, se puede subrayar la flexibilidad de los contratos colaborativos y cómo pueden adaptarse según el enfoque que se le quiera dar al proceso de colaboración y la resolución de conflictos.

Descripciones como la Definición 1 y la Definición 7 se centran más en los intereses y objetivos comunes de las partes, destacando la cooperación mutua y la búsqueda de objetivos compartidos; en contraste, definiciones como la Definición 3 y la Definición 4 hacen un enfoque más detallado en el marco estructurado y las condiciones contractuales, poniendo más énfasis en la asignación de responsabilidades, el marco de trabajo y la formalidad jurídica.

En la Definición 5 se pone énfasis en evitar conflictos, buscar soluciones comunes, compartir los riesgos de manera equitativa, y la buena fe como aspectos clave. Mientras que definiciones como la Definición 6 y la Definición 8 se enfocan más en la gestión continua de la relación, la transparencia, confianza y colaboración durante toda la duración del proyecto, sugiriendo que la cooperación no solo se refiere al inicio del proyecto, sino que debe mantenerse durante toda su vida útil.

Las Definiciones 2 y la 3 tienen un enfoque más técnico sobre cómo se estructura el contrato y las contribuciones de cada parte. En contraste con la Definición 6 tiene un enfoque general, describiendo los contratos colaborativos como una filosofía de trabajo que implica una mentalidad de cooperación más amplia y flexible.

La Definición 5 menciona explícitamente la gestión equitativa del riesgo, mientras que la Definición 4, también aborda cómo se dividen los ingresos derivados de la colaboración. En conjunto, ambas sugieren una distribución más equitativa de los beneficios y responsabilidades.

Por otro lado, también se puede conceptualizar un contrato colaborativo siguiendo al profesor Harrison Mesa[4], cuando expone que*: "los contratos colaborativos se basan en el* ***reconocimiento de beneficios mutuos y escenarios "gana-gana", a través de relaciones más cooperativas entre los participantes del proyecto*** *(p. Ej., mandante, arquitectos, ingenieros, contratistas);* ***creando un sistema de colaboración e integración, responsabilidad compartida, y recompensas y riesgos, todo esto ligado a la cantidad de valor generado por el producto final****".*

[4] Extraído del artículo titulado "Comparative Analysis Between Integrated Project Delivery and Lean Project Delivery", disponible para consulta en el siguiente enlace https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786317301230

El profesor Luis Felipe Torres indica que se suelen distinguir dos grandes clases de contratos colaborativos: "*los que son desarrollados de forma privada entre las partes para sus relaciones particulares (también conocidos como "bespoke") y los contratos colaborativos estandarizados, que son aquellos desarrollados por gobiernos, instituciones, organizaciones o empresas, y que contienen cláusulas establecidas y codificadas, que las partes adoptan para regular sus relaciones contractuales*"[5]. En línea con lo anterior, indica que "*hay varios formularios estándar de la industria disponibles, como los documentos desarrollados por el Instituto Americano de Arquitectos ("American Intitute of Architects" o "AIA"), se utilizan comúnmente para la construcción de edificios en general en los Estados Unidos; el ConsensusDOCS y los documentos desarrollados por el Comité de Documentos Contractuales Conjuntos de Ingenieros ("Engineers Joint Contract Documents Committee" o "EJCDC") se utilizan comúnmente para proyectos industriales y de construcción pesada. Los formularios estándar de la industria se publican típicamente como familias, que armonizan las diversas relaciones legales que surgen bajo un sistema "delivery" o de entrega de proyectos en particular*"[6].

Por su parte, las Fichas del CDT sobre "*Información de Contratos Colaborativos*" [7] distingue y caracteriza los siguientes formatos de contrato:

Ficha 1 Build-Operate-Transfer (BOT): Enfoque en que una empresa es responsable de realizar el diseño, la construcción, la financiación a largo plazo y la operación temporal del proyecto, y al final del período de operación, que suele ser de más de diez años, la operación del proyecto se transfiere al empleador. Similar al esquema de concesiones Chileno, se utiliza en obras principalmente en proyectos de infraestructura como autopistas, centrales eléctricas, desaladoras, depuradoras de agua, entre otras, que en general requieren de inversión inicial significativa.

Ficha 2 Public–Private Partnership (PPP): El sistema PPP tiene como objeto esencial proveer a la sociedad de un servicio o infraestructura, pero no directamente a través de la Administración Pública, sino incorporando para ello a la empresa privada con diferentes grados de implicación o participación. El proyecto se financia recurriendo a los mercados de capitales, y la empresa recupera la inversión mediante los ingresos obtenidos de los usuarios y/o de la propia Administración.

Ficha 3 Framework Alliance Contract (FAC-1): contrato de alianza de marco de trabajo que permite a las partes trabajar juntas en múltiples proyectos o contratos mediante instrumento estándar publicado por la Association of Consultant Architects (ACA) del Reino Unido. Los términos del FAC-1 dan flexibilidad para acordar precios

y otros términos comerciales a medida que surgen los proyectos individuales se utiliza en una variedad de sectores, incluyendo construcción, infraestructura, defensa y servicios públicos, para proyectos que requieren cooperación a largo plazo entre múltiples partes.

Ficha 4 New Engineering Contracts (NEC): modelo NEC 1 surge en Reino Unido, publicado en el año 1993 , respaldado por "el Informe Latham - Construyendo el equipo", y su NEC 4 fue publicada en 2017. Son un conjunto de acuerdos, de alcance internacional, que ayudan a promover la asociación y colaboración entre el contratista y el cliente cuyos pilares fundamentales son la claridad, simplicidad y flexibilidad. Los tipos de contratos NEC son:

- The Engineering and Construction Contract (ECC)
- The Engineering and Construction Subcontract (ECS)
- The Engineering and Construction Short Contract (ECSC)
- The Engineering and Construction Short Subcontract (ECSS)
- The Professional Service Contract (PSC)
- The Professional Services Short Contract (PSSC)
- Framework Contract (FC)
- Term Service Contract (TSC)
- Supply Contract/Short Supply Contract (SC/SSC)
- Dispute Resolution Services Contract (DRSC) – previously Adjudicator's Contract
- Design Build and Operate (DBO)
- Alliance Contract (ALC)
- Guidance Notes and Flowcharts" (The Scholarly Community Encyclopedia, 2022, p 2-3)

Las opciones de The Engineering and Construction Contract (ECC) cuentan con 6 opciones distintas, son:

- Opción A, Contrato con precio fijo y cronograma de actividades (Priced contract with activity Schedule);
- Opción B, Contrato con precio y lista de cantidades (Priced contract with Bill of quantities);

---

[5] Libro "Contratos Colaborativos y Controversias en Proyectos de Construcción", Editorial Libromar, año 2023, pag.63.

[6] Op. Cit. Pág.63

[7] Disponible para consulta en el siguiente enlace: https://www.cdt.cl/?post_type=dlm_downloadCp=2667796

- Opción C, Contrato-objetivo y cronograma de actividades (Target contract with activity schedule);
- Opción D, Contrato-objetivo y lista de cantidades (Target contract with Bill of quantities);
- Opción E, Contrato de costo reembolsable (Cost reimbursable contract) y
- Opción F, Contrato de gestión (Management contract).

Ficha 5 Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils (FIDIC): contratos estandarizados de carácter internacional utilizados en ingeniería y construcción, diseñados para ser equitativos, balanceados para las partes, claros y flexibles. Son distintos contratos adaptados a diferentes tipos de proyectos, desde contratos de diseño y construcción hasta contratos de concesión. Se utilizan en una amplia gama de proyectos en todo el mundo, tanto en el sector público como en el privado, especialmente comunes en proyectos internacionales de gran escala.

Ficha 6 Integrated Project Delivery (IPD): Se trata de un enfoque contractual que involucra a todos los participantes clave del proyecto (propietario, arquitecto, contratista general, ingenieros, etc.) desde las primeras etapas del proyecto. El objetivo es colaborar en la toma de decisiones y compartir los riesgos y las recompensas del proyecto, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los retrasos y sobrecostos. El esquema IPD se utiliza principalmente en proyectos de construcción e infraestructura donde la colaboración entre varias partes es crítica para el éxito del proyecto. Esto puede incluir proyectos de construcción comercial, institucional y residencial.

Ficha 7 Alliancing Contract (Alliancing): Los contratos de alianza son una forma de acuerdo en la que el propietario y las empresas que proporcionan los servicios de diseño y construcción trabajan como una sola entidad o “alianza” que comparte colectivamente el riesgo y beneficios del proyecto, con foco en la colaboración, transparencia y obtención de resultados que beneficien a todas las partes. Son comúnmente utilizados en obras de infraestructura de gran escala cuyo alcance puede no estar claramente definido desde el principio y donde pueden surgir incertidumbres y riesgos significativos durante la ejecución del proyecto.

Ficha 8 Construction Management at Risk (CMAR): En un contrato CMAR, el gestor de la construcción se compromete a entregar el proyecto dentro de un precio garantizado máximo (GMP, por sus siglas en inglés), que se basa en los planos de construcción y las especificaciones técnicas del proyecto. Si los costos del proyecto exceden este GMP debido a cambios o imprevistos, el gestor de la construcción es responsable de cubrir estos costos adicionales. Los contratos CMAR se utilizan principalmente en proyectos de construcción de gran escala, como infraestructuras de transporte, edificios comerciales y residenciales, y proyectos institucionales como

escuelas y hospitales.

Para facilitar el entendimiento y diferenciación entre los distintos contratos recopilados por CDT en el documento que venimos parafraseando, a continuación, reproducimos un cuadro resumen que muestra las principales ventajas y desventajas de uno y otro tipo de contrato, a saber:

Tabla 1.1 Cuadro Resumen de ventajas y desventajas de tipos de contrato

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Build-Operate-Transfer (BOT)	- Minimiza el coste público del desarrollo de infraestructuras. - Reduce la deuda pública. - Permite la innovación. - Ofrece la oportunidad de aportar conocimientos especializados. - Permite a cada parte centrarse en sus puntos fuertes. - Mantiene los fondos públicos donde más se necesitan.	- Puede tener costos de transacción más altos. - Solo funciona para proyectos grandes. - Requiere recaudación de fondos. - Para tener éxito, se requieren ingresos operativos sustanciales. - Se requiere una gobernanza empresarial sólida. - Puede perjudicar al sector público.
Public–Private Partnership (PPP):	- La mayor ventaja para el sector público es que las obras son financiadas por el sector privado, evitando de esta forma restricciones presupuestarias, sin generar deuda pública y aprovechando la capacidad de gestión del sector privado. - Para el sector privado, las ventajas vienen de la mano de poder participar y estructurar proyectos que estarían fuera de escala sin la participación del sector público, donde el Estado asume ciertos riesgos o le reasegura una cantidad de ingresos.	- Riesgos de diseño y construcción (necesidades, plazos, calidad, coste, entre otros), y de operación (estándares de mantenimiento, interpretación de la disponibilidad, costes de explotación, entre otros). - Los riesgos son identificados, cuantificados e incluidos en las previsiones económicas del proyecto, y su gestión asignada a la parte que los puede gestionar de manera más cualificada.
Framework Alliance Contract (FAC-1)	- Facilita la cooperación entre las partes y puede mejorar la eficiencia y reducir los costos al permitir un enfoque unificado en múltiples contratos o proyectos.	- Debido a su naturaleza de largo plazo, requiere un compromiso considerable y una buena relación de trabajo entre las partes. - Puede ser menos adecuado para

	- Ofrece flexibilidad en cuanto a la fijación de precios y otros términos comerciales a medida que surgen los proyectos. - Ayuda a las partes a compartir información y recursos, y a gestionar los riesgos de manera más efectiva.	proyectos individuales o aislados que no formen parte de un programa de trabajo más amplio. - Los detalles de los proyectos individuales solo se deciden cuando surgen, lo que puede dar lugar a incertidumbres.
Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils (FIDIC)	- Reconocido y utilizado a nivel mundial, proporcionando una base común para los contratos internacionales. - Diseñado para ser equitativo y balanceado para todas las partes. - Ofrece claridad y flexibilidad, con diferentes tipos de contratos disponibles para diferentes tipos de proyectos. - Los contratos FIDIC promueven la resolución de conflictos de manera eficiente y pacífica.	- Aunque los contratos FIDIC están diseñados para ser claros y fáciles de usar, algunos usuarios pueden encontrarlos complicados debido a su extensión y detalle. - Puede requerir la intervención de un ingeniero o un consultor independiente para administrar el contrato, lo que puede aumentar los costos. - La personalización del contrato puede requerir un asesoramiento legal experto.

Integrated Project Delivery (IPD)	- Fomenta la colaboración y la toma de decisiones conjunta desde el inicio del proyecto.
	- Puede mejorar la eficiencia y reducir los retrasos y sobrecostos al alinear los intereses de todas las partes.
	- Los riesgos y recompensas se comparten entre todas las partes, lo que puede incentivar un trabajo de alta calidad y un manejo eficaz del proyecto.
	- Así también otras ventajas son:
	  - Participación proactiva y mejor comunicación
	  - Relación menos adversa entre los miembros del equipo
	  - Mentalidad colaborativa
	  - Bajos costes de proyecto
	  - Menos desperdicio de
		- Requiere un alto nivel de confianza y buena comunicación entre todas las partes, lo cual puede ser desafiante.
		- No es adecuado para todos los proyectos, especialmente aquellos que son más simples o donde las partes prefieren trabajar de manera más independiente.
		- Puede ser difícil de implementar si las partes no están familiarizadas con el enfoque IPD.

	materiales - Ahorrar tiempo - Reducir riesgos y aumentar la productividad - Más ganancias	
Alliancing Contract (Alliancing):	- Fomenta la colaboración y la transparencia entre las partes, lo que puede llevar a una mejor toma de decisiones y a resultados de proyectos - más efectivos. - El riesgo se comparte entre las partes, lo que puede incentivar un trabajo de alta calidad y una gestión efectiva de los riesgos. - Puede ser más flexible y adaptable a los cambios y las incertidumbres que surgen durante un proyecto. -	- Requiere un alto nivel de confianza y buena comunicación entre las partes, lo que puede ser desafiante. - Puede ser más complejo y difícil de gestionar que los contratos tradicionales debido a su enfoque en la colaboración y la toma de decisiones conjunta. - La distribución equitativa de los riesgos y los beneficios puede ser difícil de acordar y de gestionar. - La personalización del contrato puede requerir un asesoramiento legal experto. -
Construction Management at Risk (CMAR)	- Ofrece un control de costos adicional al cliente, ya que el gestor de la construcción se compromete a no exceder el GMP. - Permite una colaboración temprana entre el cliente, el diseñador y el gestor de la construcción, lo que puede mejorar la eficiencia y la calidad del proyecto.	- El gestor de la construcción puede incluir una considerable contingencia en el GMP para cubrir posibles imprevistos, lo que puede aumentar el costo del proyecto. - Este tipo de contrato requiere una alta habilidad en la gestión de proyectos y una cuidadosa evaluación y control de los riesgos.

Cont. **Tabla 1.1** Cuadro Resumen de ventajas y desventajas de tipos de contrato

Como se puede apreciar, existen múltiples tipos de contratos colaborativos, que las partes tienen a disposición para implementar en el respectivo proyecto, en una decisión clave que deberá adoptarse en las etapas más tempranas de desarrollo del proyecto, ya que implica una serie de definiciones a todo nivel que involucra a todos los actores que participan o participarán del proyecto.

4. Principios que aplican a contratos colaborativos aplicados a la Construcción

Los contratos colaborativos han surgido como una respuesta eficaz a los desafíos actuales del sector construcción, especialmente en contextos de alta complejidad, incertidumbre y necesidad de transformación. A diferencia del modelo tradicional, promueven relaciones basadas en la confianza, la transparencia y objetivos compartidos.

La experiencia ha demostrado que su eficacia no radica solo en el diseño contractual, sino en la aplicación de principios rectores que orientan la relación entre las partes. Estos principios configuran un marco ético y operativo que permite consolidar una cultura de colaboración, fundamental para enfrentar los desafíos estructurales de la industria. Conocer, comprender y aplicar sus principios es esencial para facilitar su implementación de forma consistente, escalable y alineada con dicha transformación.

A continuación, se presentan los principios esenciales que deben guiar el diseño, implementación y gestión de contratos colaborativos, especialmente cuando se busca integrarlos como instrumentos habilitantes de modelos productivos más sostenibles y eficientes.

- Fomentar la confianza.
- Comunicación abierta y continua
- Relaciones simétricas y equidad en la toma de posición.
- Generar un Riesgo compartido en las operaciones.
- Prevención de discrepancias, y gestión preventiva de disputas.
- Transparencia.
- Objetivos comunes
- Gestión temprana y compartida de riesgos
- Equidad en la distribución de beneficios y responsabilidades
- Compromiso de mejor continua

Al subcomité le pareció pertinente destacar, como una manifestación del principio de “Resolución colaborativa de conflictos”, los denominado “Dispute Boards” o “ Juntas de Resolución de Disputas”, que se conceptualizan como paneles de expertos independientes creados al inicio de un contrato para ayudar a las partes a resolver desacuerdos de forma rápida y pacífica. Mediante recomendaciones o decisiones, facilitan la solución oportuna de controversias en contratos técnicos y de larga duración, evitando conflictos mayores durante su ejecución. Los Dispute Boards están íntimamente ligados a los contratos colaborativos, pues regularmente son el medio para mejorar el diálogo entre las partes con foco en la prevención de disputas y en su adecuada gestión y resolución, sirviendo así como el vehículo más eficaz para conseguir una resolución colaborativa de controversias.

El Centro de Arbitraje y Mediación de la Cámara de Comercio de Santiago (CAM Santiago) define el Dispute Board como “un sistema alternativo y anticipado de resolución de controversias, en virtud del cual un panel de expertos independiente, constituido normalmente al inicio de la ejecución del contrato, ayuda a las partes a resolver sus desacuerdos a través de la asistencia informal y la emisión Recomendaciones o Decisiones, según el modelo que se adopte. Por su naturaleza, opera en contratos con cierto contenido técnico, que son de ejecución de mediano a largo plazo y en los que la solución oportuna de alguna desavenencia presenta un provecho especialmente atractivo para las partes”. A su vez, la Dispute Resolution Board Foundation (DRBF), institución con presencia global y líder en la difusión y promoción de los Dispute Boards los define como "un panel profesional de carácter imparcial, establecido desde el inicio del proyecto para hacer seguimiento al progreso del proceso de construcción, que fomenta en las partes la prevención de las disputas y las asiste en la resolución de dichas disputas cuando éstas han surgido durante la ejecución del respectivo proyecto”.

Para efectos de un adecuado entendimiento de los contratos colaborativos, es necesario tener presente la existencia de los Dispute Boards y por ello se ha hecho una brevísima mención en este trabajo. No fue posible ahondar más en esta figura ya que excede el ámbito del encargo de la presente Subcomisión, pero se deja de manifiesto la necesidad de incorporar contratos colaborativos y Dispute Boards al mercado nacional, atendidos los beneficios que su práctica ha registrado a nivel internacional.

5. Ámbitos de aplicación de contratos colaborativos

En literatura comparada existe abundante información relativa a los beneficios que se pueden conseguir, en distintos aspectos y con distintas métricas, mediante el uso de un contrato colaborativo por sobre un contrato del tipo tradicional. Indagar en tales

aspectos escapa al alcance del presente trabajo, razón por la que en este capítulo se sugieren los ámbitos de aplicación donde los contratos colaborativos podrían tener aplicación en el mercado nacional y favorecer los intereses de Economía Circular y Construcción Industrializada.

A nivel de relaciones comerciales generales entre agentes privados y entre agentes públicos y privados los contratos colaborativos podrían tener uso e incidencia en:

- Reducción de solicitudes de ajustes postventa
- Certezas de plazos y etapas de cumplimiento.
- Cumplimiento de Presupuesto de Construcción o reducción de Precio
- Disminución de riesgos de disputas presupuestarias.
- Productividad laboral
- Desarrollo de I+D

A nivel de economía circular sugerimos que los contratos colaborativos podrían aportar en:

- Innovación en economía circular.
- Reducción de riesgos de incumplimiento regulatorio.
- Trazabilidad.
- Reducción de impactos ambientales desde el diseño.
- Disminución de Residuos y/o Tratamiento de Residuos en la construcción
- Productividad de materiales por M2 construidos.
- Incorporación de herramientas de innovación
- industrialización y modularización para una economía circular.

En cuanto a industrialización, el uso de contratos colaborativos podría fomentarse en miras a conseguir:

- integración temprana de todos los actores
- Levantar alertas tempranas que pueden afectar el costo y el plazo del proyecto.
- Fomento a la industrialización desde el diseño.
- Adelantar las decisiones respecto a proveedores
- Aumentar la productividad y la disminución de residuos.

Los contratos colaborativos también podrían abrirse paso en los siguientes aspectos de nivel de desarrollo de financiamiento y apertura de vías de financiamiento:

- Contratos para suscribir proyectos de financiamiento colaborativo (crowdfunding, banca ética, apalancamiento colectivo)
- Aplicación de la ley de financiamiento urbano compartido para apalancamiento de proyectos y para contraprestaciones entre actores público-privados.
- Compras públicas a través de Chilecompra- Chileproveedores para su

aplicación en compras públicas.
- Concesiones de obras de infraestructura (por ejemplo, para la gestión de residuos).
- Financiamiento de innovación y desarrollo en donde se requiere compartir riesgos y propiedad intelectual.

Por último, aunque no menos importante, se visualiza que un desarrollo e implementación de contratos colaborativos podría a nivel de desarrollo de bienes públicos y propiedad intelectual, podría favorecer:

- Articulación tripartita Estado - Academia – Privados.
- Articulación de centros tecnológicos entre sí.
- Articulación de investigadores entre sí.
- Generar regulación específica sobre propiedad intelectual en proyectos desarrollados de forma colaborativa por más de 2 personas o entidades o bajo un ambiente tecnológico compartido, como por ejemplo en el BIM (Building Information Modeling).

6. Estado del arte de aplicación contratos colaborativos en el Sector Construcción en Chile

Para plantear el estado del arte en la aplicación de contratos colaborativos, tomaremos como punto de partida el análisis de la productividad en el país y confirmando que la industria de la construcción en Chile presenta una productividad estancada por más de una década; mientras que, en el mundo, en general,

permanece casi siempre por debajo de la productividad de la industria manufacturera. Este hecho ha sido reconocido por el gremio y por múltiples informes.

La alternativa contractual más utilizada para la construcción en Chile es la que puede ser entendida como del tipo confrontacional, donde mandantes y contratistas, o contratistas y subcontratistas, o contratistas y proveedores resguardan celosamente sus intereses comerciales y donde, además, procuran protegerse de los riesgos. Esta evidente falta de alineamiento entre los intereses de las partes y los objetivos del proyecto traen como resultado incrementos en los costos, alargamiento de los plazos e impactos en la calidad y la seguridad de las obras. Otra característica propia de este tipo de contratos es su unilateralidad o también llamados contratos de adhesión, es decir, para una de las partes, llamada contratista, no existen opciones de modificar el contrato emanado de su contraparte, cabiéndole solo 2 alternativas: aceptar íntegramente el contrato que se le ofrece o rechazarlo y dejar de participar en el proyecto.

En términos de Productividad, un estudio del año 2020 de Matrix Consultores[8],

encargado por la CCHC, establece que una de las palancas para impulsar la productividad es la integración a incentivos compartidos y la colaboración; como se muestra en la Figura 1.1

El estudio plantea entre las palancas para impulsar la productividad, que se encuentran al alcance directo de las empresas, está la integración y colaboración, mostrando el rol de la creación de un ecosistema colaborativo, que a su vez es coadyuvante a un ecosistema más industrializado, que aspira a la excelencia y capaz de impulsar al sector hacia mayor sostenibilidad, desarrollo tecnológico y de competencias.

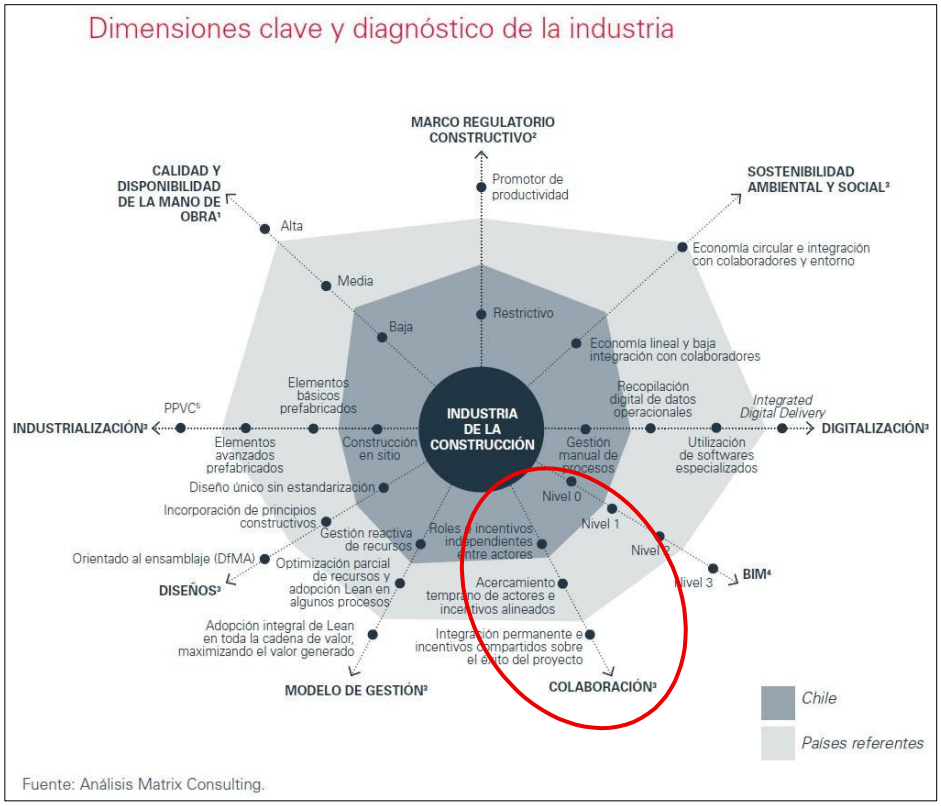
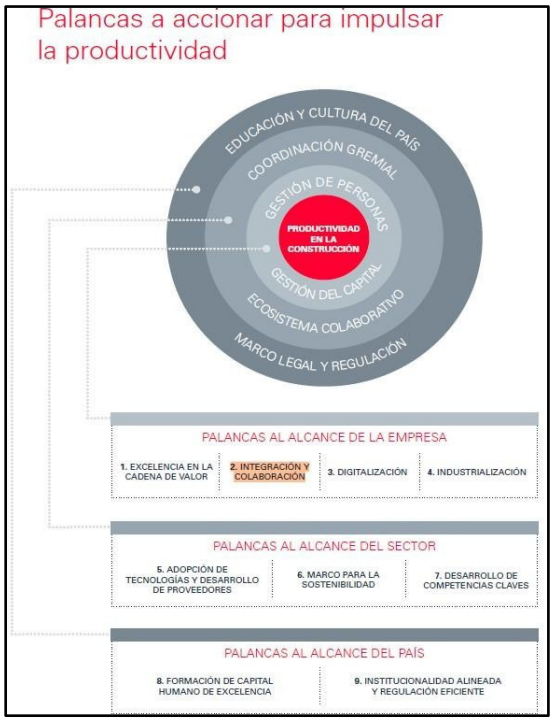
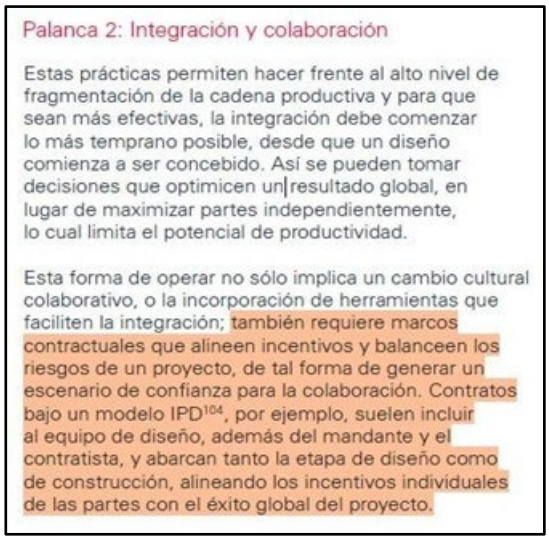


Figura 1.1 Dimensiones clave y diagnóstico de la industria

[8] Información tomada del informe titulado "Estudio de Productividad – Impulsar la Productividad de la Industria de la Construcción en Chile a Estándares Mundiales", disponible para consulta en el siguiente enlace: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://construye2025.cl/wp-content/uploads/2022/07/Resumen-Ejecutivo-Estudio-de-Productividad-Construccio%CC%81n-2020.pdf





Fuente: Matrix Consulting

Figura 1.2 Palancas a accionar y Palanca 2

Actualmente existe conciencia de que es necesario cambiar la forma de hacer las cosas. En línea con los desafíos de competitividad, los desafíos ambientales y de acceso a materiales de construcción, así también con los desafíos que actualmente atraviesa el sector en materia de déficit habitacional y de infraestructura en varios ámbitos del país.
desde el mandante, eso genera un mayor resguardo económico para el contratista debido a que debe cubrir costos ocultos o potenciales discrepancias en el desarrollo del proyecto.

Los señalados riesgos, además, en general, no son correctamente asignados a las partes que intervienen en los contratos. Lo que genera controversias que de no enmendarse en la ejecución terminan por judicializarse.

En el caso del actuar del estado, la ejecución de proyectos se establece en base a procesos licitatorios, con formatos preestablecidos y que operan con la misma lógica protectora, en este caso del activo o recurso público que se pone en juego en la licitación. Derivado de ello, los riesgos de quien adjudica suben y por tanto también el precio, el que se pone en muchos casos en contraste con los precios sociales calculados por el agente público.

Según datos entregados por Raphael Bergoeing, presidente de la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad: "*En Chile la judicialización de los proyectos públicos aumenta a tasa de 35% por año*." Lo anterior refuerza la necesidad de modificar el esquema contractual predominante en nuestro país.

Por otra parte, en Chile, la productividad según informe de CLAPES 2025[9], ha retrocedido en un 19% entre 2015 y 2023, a pesar de acciones intencionadas por parte de diferentes actores, en pro del aumento la misma. Lo que necesariamente requiere analizar, factores que no se han considerado, y para lo que los contratos colaborativos son una alternativa de solución. Además, la comparación de la productividad de Chile con países de la OCDE es considerablemente menor.

Respecto digitalización e industrialización, el informe plantea la necesidad de una participación cada vez más integrada entre mandantes, diseñadores, contratistas, y proveedores para lograr que las metodologías y formas de trabajo puedan efectivamente capturar el potencial que ofrecen.

De hecho, las propias metodologías asociadas a la integración y coordinación en la cadena de valor del sector construcción, usan muchas veces medios digitales y requieren de un mercado de bienes y servicios que hace transitar al sector hacia mayor productividad, por tanto, la integración y coordinación es una palanca sinérgica.

El uso de **contratos colaborativos** en la industria de la construcción representa una herramienta estratégica para avanzar hacia una **construcción más sostenible y circular**, al permitir una coordinación más efectiva entre los distintos actores involucrados en el ciclo de vida de una obra. Estos contratos, al estar fundamentados en principios de transparencia, confianza, alineación de objetivos y reparto de riesgos entre otros (ver apartado 4), permiten superar las limitaciones de los modelos contractuales tradicionales, que tienden a fragmentar la responsabilidad y obstaculizar la innovación. La colaboración temprana entre propietarios, diseñadores, contratistas, proveedores y operadores **facilita la integración de criterios de sostenibilidad desde las etapas iniciales de diseño**, lo que es clave para la implementación de estrategias de economía circular.

Una de las principales contribuciones de los contratos colaborativos es su capacidad para **impulsar la innovación conjunta**. Cuando las partes comparten tanto riesgos como beneficios, existe un incentivo real para codesarrollar soluciones que reduzcan el impacto ambiental del proyecto. Por ejemplo, esto puede traducirse en la elección de materiales con menor huella ambiental, la integración para la definición de materiales con atributos circulares, el diseño para la deconstrucción, o el pilotaje de tecnologías y métodos modernos de construcción o el desarrollo de sistemas modulares.

La colaboración temprana también permite evaluar de manera integral el ciclo de vida de la obra, sea un edificio o una obra de infraestructura, optimizando decisiones que impacten positivamente la durabilidad, mantenibilidad, salud de materiales. y eficiencia energética de las infraestructuras. Así, se supera la visión de corto plazo centrada en costos iniciales, y se transita hacia un modelo de mayor valor agregado ambiental y social, hacia estructuras más resilientes, o hacia innovaciones sostenibles y circulares.

La emergencia en el uso de contratos colaborativos en materia de integración de los proveedores de la construcción resulta una oportunidad relevante en el marco de la política pública em materia de economía circular, sobre todo en el marco de las metes NDC (ver capítulo respectivo). Lo exigente de las metas obligará al actor público a habilitar esquemas que le permitan comprar materiales con atributos de circularidad de forma incremental, para lo que la integración de proveedores en clusters, el avance de APLs y desarrollo de nueva normativa técnica deberán ir alineados con esquemas contractuales que permitan pilotar iniciativas y con el esfuerzo público en el marco de los proyectos GEF en curso, y otras iniciativas que Ministerio del Medio Ambiente, MINVU y MOP impulsan, tanto en el ámbito de la economía circular como en el de soluciones basadas en la naturaleza.

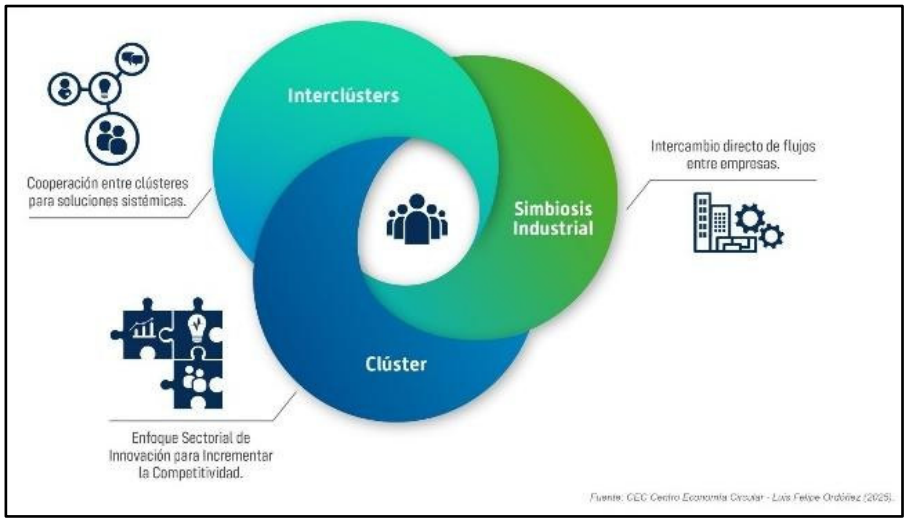


Figura 1.3 Estrategias circulares entre empresas

[9] Información tomada del informe titulado “PRODUCTIVIDAD Y ESPECIALIZACIÓN LOCAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE: ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA”, disponible para consulta en el siguiente enlace:

https://assets.clapesuc.cl/Productividad_y_Especializacion_Construccion_d87c6bdcc2.pdf

Desde una perspectiva operativa, los contratos colaborativos fomentan estructuras de gobernanza compartida y flujos de comunicación abiertos que permiten a los equipos monitorear y ajustar en tiempo real las estrategias de sostenibilidad integrando tempranamente estos aspectos en el diseño y durante la construcción. Esto es crucial para la prevención de residuos, y la **gestión eficiente de materiales**, ya que se pueden especificar métodos modernos de construcción e implementar planes de prevención de residuos con proveedores, subcontratos y definir metas con el mandante -sobre todo en el marco de la política pública - y en obra, establecer el compromiso de todos los participantes. Además, se pueden establecer métricas ambientales compartidas —como tasas de reducción de residuos, de consumo hídrico, uso de materiales reciclados o reducción de emisiones— que alineen el desempeño ambiental con las metas de productividad e incentivos del contrato y la relación entre las partes.

Finalmente, estos instrumentos permiten que la sostenibilidad deje de ser un costo adicional o una obligación unilateral, y pase a ser una **oportunidad colectiva de mejora en la productividad**. En este sentido, los contratos colaborativos no solo facilitan la implementación de prácticas sostenibles y circulares, sino que también **crean una cultura de innovación, mejora continua**, que es fundamental para transformar estructuralmente la industria de la construcción y alinearla con los desafíos climáticos y ambientales del siglo XXI y para dotarle de mayor resiliencia.

En la actualidad, en Chile no existen prácticas generalizadas de implementación de marcos contractuales que facilite la integración temprana de todos los actores en forma colaborativa que incentive la innovación, sustentabilidad e industrialización. Estamos aún lejos de que la implementación de contratos colaborativos logre aumentos de inversión y de productividad, fomente prácticas de adopción de una economía circular, y que entregue beneficios extendidos al sector. No obstante, la adopción de estos marcos contractuales ha sido lenta, hay un recorrido incipiente.

Entre los factores que han ralentizado esta inserción se conocen: En el ámbito del

conocimiento y masa crítica:

- Falta de conocimiento y experiencia, en general, de los mandantes públicos y privados en cómo llevar adelante esquemas contractuales de estas características;

- No se cuenta con métricas difundidas que permitan una comunicación masiva de los beneficios de este tipo de contratos.
- La falta de “socios” articulables en la cadena de valor, dispuestos a

aventurarse y sortear los riesgos de algo desconocido.

En el ámbito de los contratos públicos:

- Los contratos públicos ya tienen incertidumbre derivada de la disponibilidad presupuestaria del servicio, consignada en cláusulas especiales.
- Cuando se trata de mandantes públicos, los esquemas de contratación tradicionales predominan en licitaciones de obras reguladas por contratos estándar, en los que predominan licitaciones adjudicadas al postor con el menor valor, que cumpla técnicamente.
- Por otro lado, no se ha evaluado suficientemente y difundido la inscripción de cláusulas y contratos colaborativos en el marco de procesos de proyectos públicos, que permitan diagnosticar el requerimiento de adecuaciones regulatorias.
- Tampoco se ha evaluado la aplicabilidad de contratos y cláusulas colaborativas en procesos de naturaleza vinculante público-privada, forma de trabajo ya regulada, como sistema de concesiones y ley de financiamiento urbano compartido, instrumentos que por su naturaleza son colaborativos.

En el ámbito del financiamiento:

- Las instituciones financieras que normalmente concurren a financiar los proyectos, tampoco se sienten cómodas en un ambiente relativamente incierto donde deberán asumir ciertos riesgos, distintos a los que asumen en contratos a suma alzada.
- Las instituciones financieras no tradicionales - como la banca ética- si bien funcionan con esquemas colaborativos como crowdfunding, no han desarrollado experiencias con construcciones que usen este modelo contractual en las obras.

Como se ha señalado previamente, la CDT ha sido un actor clave en la generación de información y documentos relevantes sobre contratos colaborativos. Su trabajo ha sentado bases para la discusión y promoción de este modelo en el sector, aportando insumos valiosos que han facilitado la reflexión y el avance en su adopción.



https://www.cdt.cl/download/2667796/

Por lo anterior, distintos actores en la industria de la construcción, tanto públicos como privados, ven con interés la posibilidad de estudiar e implementar esquemas de contratación colaborativa o relacional, atendiendo a los resultados que han demostrado y a la percepción que han generado. Este interés está relacionado también a que su uso se visualiza como una buena manera de enfrentar los desafíos del sector y de la política pública en materia de productividad y sustentabilidad, permitiendo impulsar la industrialización y economía circular. Este interés se manifiesta en la cantidad de conversatorios, mesas redondas y publicaciones que se han comenzado a desarrollar en el país, tanto a nivel gremial como académico, en los que este capítulo también se enmarca.

En nuestro país si bien es cierto no existe aún el uso masivo de contratos estandarizados o de espíritu colaborativo se han ejecutado proyectos con ciertas cláusulas colaborativas con resultados diversos, esto principalmente por la falta de confianza entre las partes, principalmente entre el mandante y contratista, las cláusulas principales que se han incorporado son la de establecer precio objetivo, integración temprana de los actores en la etapa de diseño y también el uso de lo que se llamara “Open Book”, algo así como un libro abierto en donde el contratista informa los precios al mandante durante el desarrollo del proyecto para ir midiendo el avance de los costos respecto al precio objetivo, por otro lado, también se ha implementado un sistema de resolución de conflictos que ha generado buenos términos ante diversos problemas contractuales.

Profundizaremos más adelante, en el capítulo sobre “Experiencias Nacionales e Internacionales”, no obstante, en relación con la implementación de contratos

colaborativos en Chile, referiremos la opinión de Francisca Cruz Urra[10], quien comenta:

Francisca Cruz Urra, Constructor Civil PUC	*"Durante años, el modelo tradicional de contratación en la industria de la construcción en nuestro país ha estado marcado por relaciones fragmentadas entre mandantes, arquitectos, ingenieros y constructores, enfoque que suele generar interferencias, sobrecostos, plazos incumplidos y, muchas veces, disputas que afectan directamente al proyecto."* *"Los contratos colaborativos han emergido como una alternativa potente para transformar la forma en que desarrollamos nuestras obras (…) buscan relaciones de largo plazo, en ellos la distribución de riesgos es mucho más equilibrada, se reduce significativamente la posibilidad de disputas entre las partes.* *"En nuestra empresa, creemos firmemente que los contratos colaborativos no son solo una tendencia, sino una evolución necesaria en la forma de hacer construcción. Una que pone al proyecto en el centro y que, en nuestra experiencia, ha demostrado ser una vía clara hacia el éxito".*

Finalmente, Francisca entrega algunos indicadores que reflejan los beneficios del uso de contratos colaborativos del tipo TVD o precio objetivo, en comparación con los contratos tradicionales:

- Obras extraordinarias inferiores al 2% del monto total del contrato.
- Aumento de la Productividad (m^2/día) en un 27%
- No se observan atrasos, es decir, Plazo real = Plazo proyectado

[10] Francisca Cruz Urra, Constructor Civil PUC, Magister gestión de la construcción Master of Engineering – Universidad de los Andes, Gerente de Desarrollo y Construcción en Aki KB Minibodegas, Miembro del Directorio en Cintac S.A.

7. Prácticas y ejemplos Nacionales e Internacionales

El uso de contratos colaborativos y modelos de integración temprana progresivamente ha ido ganando protagonismo en diversos contextos, para el desarrollo de proyectos, tanto en el ámbito público como privado, y en diferentes países.

Esta sección presenta, sin pretender un análisis exhaustivo, una selección de algunas experiencias nacionales e internacionales que ilustran cómo la implementación de estos enfoques ha contribuido a mejorar la eficiencia, reducir la incertidumbre y fomentar relaciones más transparentes y productivas entre los distintos actores involucrados.

A través de casos concretos, se exploran las oportunidades, beneficios y desafíos que han enfrentado las organizaciones al adoptar este tipo de contratos, permitiendo extraer aprendizajes valiosos para su aplicación futura.

7.1 AKI KB MINIBODEGAS

Como empresa desarrolladora de proyectos, recientemente la empresa **AKI KB** implementó contratos colaborativos en dos de sus iniciativas, trabajando junto a la **Constructora Bravo Izquierdo**, experiencia que ha dejado aprendizajes valiosos y muy concretos sobre los beneficios reales de este tipo de acuerdos. Un enfoque temprano, integral y coordinado.

Desde la etapa de diseño, el trabajo con el arquitecto, ingeniero, especialistas y la constructora en una colaboración temprana permitió optimizar el costo del proyecto, definir soluciones constructivas más productivas y, sobre todo, generar un mayor grado de certidumbre tanto en el presupuesto como en el plazo de ejecución. Gracias a ese trabajo conjunto, ambos proyectos cumplieron con el plazo originalmente proyectado y alcanzaron el costo de construcción objetivo (target cost), **con obras extraordinarias inferiores al 2% del monto total del contrat**o. Esto último fue especialmente relevante, ya que demuestra el alto nivel de eficiencia y previsión logrado.

Además, este enfoque permitió incorporar nuevas tecnologías e innovaciones que, en un modelo tradicional, muchas veces se descartan por falta de coordinación o por el costo de implementarlas tardíamente. Las mejoras fueron pensadas desde el inicio e integradas con todas las especialidades, permitiendo una revisión de factibilidad anticipada y una correcta implementación durante la ejecución.

Otro valor de la experiencia fue **lograr una obra más fluida, sin disputas ni**

sorpresas. Al haber resuelto las descoordinaciones, interferencias y omisiones durante la etapa de diseño —cuando el costo del cambio es mínimo— se evitaron retrasos, reprocesos y fricciones durante la construcción; desapareciendo, en opinión de los implementadores, la potencial conflictividad casi por completo, ya que todos los involucrados comparten un objetivo común: que el proyecto sea exitoso. Esta experiencia muestra que el gran beneficiado de este modelo es el proyecto, posibilitando un trabajo colaborativo real, con metas compartidas y un foco en productividad, mejor uso de los recursos, eficiencia y menos incertidumbre.

7.2 CONSTRUCTORA INARCO

Constructora Inarco ha implementado modelos de contratos colaborativos y de integración temprana en proyectos regionales, aplicando principios de los contratos NEC (New Engineering Contract) y formatos colaborativos similares en Perú y Chile. La empresa reporta que "*este enfoque les ha permitido repartir riesgos con los mandantes, fortalecer la relación cliente-contratista y generar mayor fidelidad comercial en contextos de alta volatilidad de precios de materiales*".

• Contratos colaborativos NEC / EPC (Engineering, Procurement and Construction) Contract adaptados: Se utilizan cláusulas para compartir riesgos, tomar decisiones conjuntas y aplicar ajustes transparentes por cambios de alcance o mercado; en algunos proyectos fuera de Chile, como en Perú, ya han aplicado este esquema operativo. Se realiza con clientes como fondos de inversión, plantas de procesos, etc.

• Integración temprana: desde fases tempranas del diseño y planificación, alineando metas de costo y cronograma con el cliente para definir un precio objetivo o un ratio (por ejemplo, UF/m^2 + un margen de error de +-2%) y mecanismos de incentivos/compensaciones por desviaciones. Si se consigue el precio objetivo, la construcción es de Inarco. Lo realiza con su propia inmobiliaria y con clientes del rubro del bodegaje y retail.

Beneficios:

- **Reducción de sobrecostos y adicionales:** En EPC se reduce a cero los sobrecostos, el riesgo es del contratista, para el caso de colaborativos va a depender de cómo se cierren los proyectos, de un 5-8% que es el promedio de sobrecostos en una construcción tradicional, se pueden lograr aumentos no mayores al 2% (Esto no incluye modificaciones introducidas por el mandante bajo su responsabilidad durante el proceso de construcción).

- **Mayor velocidad de construcción:** La coordinación temprana de ingeniería, proveedores y logísticas permite eventualmente acortar plazos de programación y acelerar **montajes**, disminuyendo plazos de ejecución.
- **Mejor relación cliente-contratista:** La transparencia y el reparto de riesgos generan confianza, lo que facilita decisiones conjuntas futuras.

Limitaciones según quienes implementaron la experiencia:

- **Necesidad de cultura colaborativa:** El éxito depende de que cliente e Inarco adopten una mentalidad de riesgo compartido; sin esa base, los beneficios se diluyen.
- **Mayor exigencia en gestión y transparencia**: Requiere herramientas de control de costos, gobernanza y métricas compartidas desde etapas tempranas para evitar disputas. Implementar esos procesos implica inversión inicial en capacidades internas.
- **Adecuación contractual:** No todos los marcos legales o políticas internas de mandantes permiten fácilmente esquemas NEC o EPC con reparto de riesgos, lo que puede limitar su aplicación generalizada.

7.3 Interés de EFE

A nivel de empresas públicas, EFE ha manifestado interés en contratos colaborativos y anunciado su definición de exploración contractual.

Ya en una noticia de 2022 ejecutivos de EFE indican en CChC que están analizando su eventual integración en algunos de los grandes proyectos contemplados en el Plan de Desarrollo Ferroviario 2022-2026 anunciado por el Gobierno.[11]

Según se señaló por parte de la empresa asesora de EFE, el estudio (Molina Ríos), EFE ha comenzado un proceso de exploración para transicionar sus bases de licitación hacia métodos más “colaborativos”, cuya propuesta consiste en un intento genuino por mejorar el tratamiento de los contratos de la forma “más orgánica, sistemática y clara entre las partes”, de manera que los oferentes tengan claridad respecto de los riesgos implícitos en cada uno de los proyectos.

[11] https://www.infraestructurapublica.cl/efe-sera-la-primera-empresa-estatal-en-adoptar-contratos-colaborativos-y-se-abre-a-integrarlos-a-grandes-proyectos/

Para ello, la empresa definió ocho ejes que se basan en dos etapas de licitación de los proyectos para levantar eventuales defectos de ingeniería a tiempo; incorporar mecanismos de alerta temprana -con obligaciones mutuas entre mandante y contratista para informar sobre dificultades en las obras-, centralización de tareas del contrato que son difíciles de ejecutar para un contratista, por ejemplo, la tramitación de algunos permisos, y la creación de un Comité de Administración con instancias formales para revisar avances de la iniciativa.

Si bien, no se plantea el abordaje de contratos colaborativos estándar para construcción, y se opta por hacer modificaciones a las antiguas bases contractuales, es un caso necesario de evaluar, puesto que pudiere ser un mecanismo para avanzar hacia contratos del ámbito colaborativo.

7.4 USO DE CONTRATO NEC EN PERÚ - Factores del éxito de la experiencia y revisión de la regulación que habilitó su uso.

En el vecino país Perú, existe una buena inserción de los contratos colaborativos. Podemos señalar que la gestión de grandes proyectos de infraestructura en el Perú constituye un reto y a la vez una necesidad imperiosa para concretar iniciativas y reducir la brecha de infraestructura, que fue abordada usando la herramienta de contratos colaborativos.

Podemos citar proyectos exitosos, que se ejecutaron empleando **Contrato NEC 3-OPCIÓN F,** sobre los cuales pudimos identificar los factores de éxito y que podrían ser analizados para replicar en futuros proyectos.

Desde el punto de vista de la PMO, que fue desarrollada por GLEED, Consultora británica, en palabras de su Country Director, Augusto Gutiérrez, quien tiene una visión muy interesante:

Augusto Gutiérrez	*"El NEC llego a Perú como parte de las herramientas que trajo la Asistencia Técnica (AT) británica (UKDT) en el 2017 en el marco del G2G agreement con UK para los juegos panamericanos Lima 201S. En esta primera experiencia se lograron los objetivos de culminar a tiempo la obra, pero habiéndose usado una Opción F de este formato contractual, su aplicación no fue realmente entendida la primera vez, aunque funciono gracias a la AT permanente y al gran entusiasmo y compromiso de quienes usamos el contrato.* *Después de la primera experiencia, y dados los resultados buenos, este contrato estándar de espíritu colaborativo es usado*

y sigue siéndolo desde el 2020 en tres programas o portafolios de proyectos más: ARCC (Ahora ANIN), Escuelas Bicentenario, y Hospitales del PRONIS, los cuales suman más de 45 contratos por unos 12,000 millones de dólares a la fecha.

Hay mucho por explicar sobre este formato que en Perú y cuya tendencia es de ser el preferido para proyectos de mediana y gran envergadura".

Complementariamente, pudimos recolectar la opinión de Amalia Moreno[12], quien lideró desde el gobierno del Perú la implementación de los contratos NEC para los juegos Panamericanos el año 2019, menciona que este tipo de contratos ha sido clave para que los agentes privados vuelvan a participar en licitaciones públicas, que, debido escándalos como el caso Odebrecht en la región, se declaraban desiertas; en promedio se presentaban 1.8 proveedores por licitación.

Amalia destaca como positiva la disminución de la cantidad de proyectos públicos detenidos y judicializados, en parte gracias a los NEC y también gracias a la figura de los **Dispute Boards** (que no forman parte de los NEC, pero que fueron incorporados en estos proyectos).



Figura 1.4 Extracto de presentación con ejemplo de uso NEC en Perú

[12] Amalia Moreno trabajó previamente 15 años con contratos estatales tradicionales.

La construcción de la Villa Panamericana – Lima 2019: El proyecto partió de una ingeniería básica a nivel de Pre-Inversión, que consideraba edificios de 19 y 20 pisos, con dos niveles de sótanos. El suelo de fundación corresponde a un franco arenoso con una potencia de más de 40 m, lo cual representó un reto en términos estructurales. El plazo ajustado también fue una condición extremadamente exigente. A continuación, se citan los aspectos clave:

1. Plataforma contractual (NEC 3-Opción F) que contiene **reglas** claras, **metodología** de gestión de proyectos inserto dentro del propio contrato y un adecuado sistema de **gestión de riesgos** (Alertas Tempranas) así como la implementación de un sistema de **reportes** en todas las áreas de conocimiento.
2. Contratista de alto perfil para el diseño de arquitectura e ingeniería, así como en metodologías y procedimientos de construcción. Fue clave un planteamiento de **arquitectura orientado al ahorro de espacios y a la doble utilización**, como sede de los atletas y posteriormente para convertirse en departamentos familiares; concepto que permitió un extraordinario ahorro en costos. La interacción entre arquitectura e ingeniería permitió **modular** las edificaciones para un proceso de construcción muy eficiente, logrando rendimientos que constituyen un referente en la ingeniería peruana.
3. **Incentivos económicos** definidos que motivaron al Contratista a desplegar todo el esfuerzo de su equipo para lograr resultados positivos. Establecer como incentivo el **compartir el ahorro** fue determinante para el resultado.
4. Equipos del Gerente de Proyecto y del Contratista, con una **comprensión común** que el factor colaborativo era indispensable para un resultado exitoso, esto implica **transparencia** en la toma de decisiones, lo cual permitió construir una **relación de mucha confianza entre las partes**.

Escuelas Bicentenario (Contrato NEC 4 – Opción C): El Programa de Escuelas Bicentenario representa un buen referente en la ejecución de Escuelas que, sin lugar a duda, va a revolucionar la educación en el componente de infraestructura y equipamiento en el Perú.

1. El principal factor del éxito fue establecer una **Opción de Precio Objetivo** con el **mecanismo de Pain/Gain**. Se establecieron dos etapas en la ejecución: la primera enfocada en la gestión del diseño y construcción de las escuelas temporales, y la segunda etapa orientada a la gestión de la construcción y equipamiento de las escuelas permanentes. La decisión de pasar de la primera etapa a la segunda etapa se constituye como incentivo, y se toma sólo si las partes llegan al acuerdo en Costo (Precio Objetivo), plazo y calidad del paquete de escuelas, hecho que se materializa con la expedición de Aviso a proceder (Notice to procedure).

Este paso, ha sido clave para lograr controlar los costos dentro de las restricciones presupuestales del sistema de inversión pública del Perú, adoptar acuerdos beneficiosos para las partes en aspectos clave como dimensionamiento del equipo del Contratista y el establecimiento de una relación muy colaborativa que finalmente constituye un aspecto determinante para el éxito de los proyectos.

Lograr buenos resultados en la gestión de proyectos en el marco de plataformas contractuales bien estructuradas, como el caso del Contrato NEC 4, comprende además establecer como un requisito imperativo, la gestión de personas, que son finalmente los actores principales en procesos de gestión de proyectos.

Amalia M. destaca que gracias al **proyecto Escuelas Bicentenario**, el 3er proyecto desarrollado en Perú bajo contrato NEC, se construyeron 6 veces más colegios entre 2023, y 2025 que los construidos por el PRONIED (Programa Nacional de Infraestructura Educativa) sistema de inversión pública tradicional.[13]

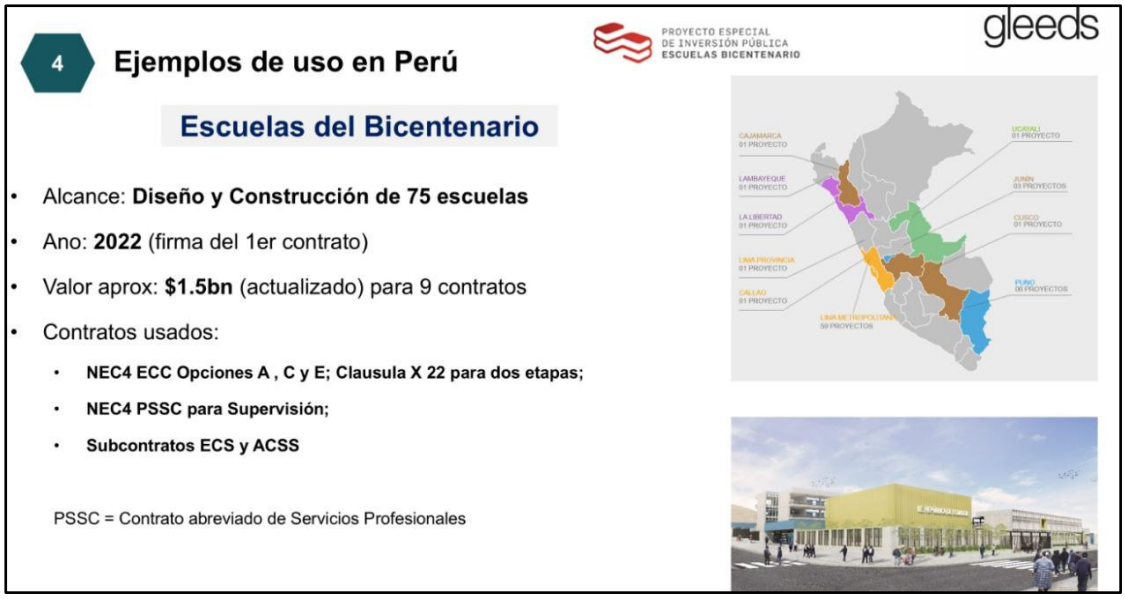


Figura 1.5 Extracto de presentación con ejemplo de uso NEC en Perú

[13] Ver más en: https://www.gob.pe/institucion/oece/informes-publicaciones/6444155-ley-n-32069-ley-general-de-contrataciones-publicas-y-modificatorias.

A la experiencia compartida por Amalia Moreno, se suma la visión de Augusto Gutiérrez, quien describe cuáles son las ventajas y retos de los contratos NEC que se han desarrollado en Perú:

Augusto Gutiérrez	*"Después de usar el contrato en Perú con mayor intensidad los últimos 5 años, podemos decir que el mercado lo entiende mejor, sobre todo los Contract Managers de cada lado, es decir del Project Manager (que es el representante del Cliente) y del Contratista, y de otros profesionales que están en el día a día usando este formato estándar. Los profesionales que han tenido la suerte de usarlo de manera plena reconocen todas sus ventajes, y aunque la masa crítica de usuarios plenos es aún pequeña, es mucho el interés por saber más de aquellos que son usuarios de poca exposición, o aun casi ninguna exposición.* *La herramientas fundamentales son las Alertas Tempranas (que es uno de los aportes mundiales del NEC a los contratos donde realmente se mide si existe el espíritu de colaboración a la hora de manejar los riegos), y los Eventos Compensables (para determinar y medir de la manera más profesional y muy avanzada los cambios). El manejo de los riesgos y cambios es de lo mejor que sintetiza lo avanzado que es este formato contractual, además de que siendo una familia de contratos tiene opciones para cubrir diferentes etapas de la vida de los proyectos, y a parte tiene opciones para cubrir el riesgo de la forma de pago. Es imposible resumir en unas líneas el salto cuántico que significa el NEC.* *Respecto a los retos, y a pesar de que es un contratos que tiene mucha difusión, aun es desconocido o poco entendido debido a que la mayoría del mercado aún no se capacita adecuadamente, o no tiene la debida frecuencia con el mismo, lo cual es entendible pues solo tiene 5 años siendo usado de manera frecuente y más importante. Los Project Managers han sido empleados de cliente (casi el 100% ha sido obra pública), lo cual no es malo pero que podría tener cierto sesgo por actuar como empleados y no con la independencia que requiere la posición. Muchos Contratistas aun no entiende que no se trata de una típica suma alzada (algunos solo conocen esa modalidad), y que hay más Opciones de pago (de la A a la F), o no entienden que les toca hacerse cargo de diseño, o que si el Project Manager da una instrucción deben ejecutarla sin reparo y que no pierden el derecho de notificar un Evento Compensable tras esa instrucción".*

Hoy la ley peruana ya habilita el uso de contratos NEC en licitaciones para el estado. y cabe señalar que la reglamentación, actualizada en 2024, incorpora una serie de principios sinérgicos, en general homologables a los que se encuentran en la legislación Chilena, pero que son explícitamente sinérgicos con el uso de contratos colaborativos.

Ley N° 320cS, Ley General de Contrataciones Públicas y modificatorias	*b) **Eficacia y eficiencia**: las entidades contratantes actúan de forma eficaz y eficiente para lograr el cumplimiento de los fines públicos, priorizando estos por encima de formalidades no esenciales para sus objetivos. La aplicación de estos principios garantiza la calidad técnica de los expedientes técnicos, especificaciones técnicas y términos de referencia, así como la ejecución contractual. Los procesos, procedimientos, contratos, programas, sistemas y trámites son revisados y evaluados de forma periódica a fin de identificar y retirar aquellos que no son racionales o proporcionales para optimizar de forma permanente el proceso de contratación pública.*
	*k) **Igualdad de trato:** las entidades contratantes deben garantizar a los proveedores las mismas oportunidades en todas las etapas de la contratación pública. Por tanto, está prohibido el otorgamiento de privilegios o el trato discriminatorio manifiesto o encubierto* *l) **Equidad y colaboración:** todos los participantes de los procesos de contratación deben procurar el equilibrio y la proporcionalidad entre los derechos y las obligaciones asumidos, así como la colaboración oportuna y eficaz para el logro de la finalidad pública que se persigue, sin perjuicio de las facultades que correspondan a las entidades contratantes de acuerdo con el marco normativo vigente.* *m) **Sostenibilidad de las contrataciones públicas:** las entidades contratantes deben promover prácticas responsables en los procesos de adquisición de bienes, servicios y obras, considerando los aspectos económicos, sociales y medioambientales, que contribuyan a alcanzar objetivos de sostenibilidad en todo proceso de contratación pública.* *n) **Innovación:** las entidades contratantes deben promover la innovación a través de la contratación de bienes, servicios u obras, ya sea para la creación de bienes y servicios que no existen en el mercado o la optimización de aquellos existentes. Así, la innovación se constituye en un medio generador de soluciones para la satisfacción de las necesidades ciudadanas.*

La regulación analizada, además incorpora señalamiento sobre incorporación de metodologías de contratación de estándar internacional, inclusive BIM, en la estrategia de contratación, para el logro de los principios señalados, quedando expresado así:

Ley N° 320cS, Ley General de Contrataciones Públicas y modificatorias	*4S.1.* ***La estrategia de contratación es el proceso de análisis integral de las variables que inffuyen en la contratación pública, en aplicación de los enfoques y principios de la presente ley.*** *Esta estrategia es elaborada por la dependencia encargada de las contrataciones, en consideración a la planificación de la entidad contratante a través de la PMBSO para la atención de las necesidades dentro de su* competencia*. Contiene, entre otros, el tipo de procedimiento de selección o mecanismo de contratación, la modalidad de pago, la verificación de la estandarización del requerimiento y la identificación de aquello que afecta o impulsa el objetivo del proceso de contratación. La estrategia de contratación integra el expediente de contratación.* *4S.2****. La estrategia debe comprender, además, una correcta asignación de riesgos, reffejada en el perfil de riesgos de la contratación, de acuerdo con los objetivos de la adquisición, sea de bienes, servicios u obras****.* *4S.3.* ***Tratándose de obras y consultoría de obras, cuya complejidad técnica haya sido determinada por el área usuaria o por el área técnica estratégica, la propuesta de estrategia de contratación incluye, adicionalmente, el análisis comparativo*** *para la elección del sistema de entrega de la obra,* ***la evaluación del uso de un contrato estandarizado de ingeniería y construcción de uso internacional, la valoración del empleo de metodologías de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública (Building Information Modeling, BIM),*** *en caso se proponga su utilización****, y la consideración de que dicho contrato establezca incentivos a cambio de beneficios de naturaleza técnica, económica y de plazo para la entidad y la obra, entre otros.****”*

Complementariamente la ley de contrataciones peruana contempla un articulado específico en relación con la compra pública de innovación (CPI) y respecto la compra de obras usando contratos estandarizados de tipo internacional. Este es un aspecto novedoso y además complementario a los articulados que comentaremos más adelante sobre contratación para proyectos sin fines de lucro.

En específico, los contratos estandarizados, son un apartado referido a proyectos de ingeniería y construcción, y la regulación los habilita directamente haciendo referencia al estándar internacional. En Chile esta habilitación sería más simple en tanto el contrato fuera parte de una norma técnica oficializada. Abriendo espacio a la

modalidad contractual como un estándar de gestión técnica, el que puede ser fácilmente incorporado a la práctica pública (ver apartado de propuestas).

Ley N° 320cS, Ley General de Contrataciones Públicas y modificatorias	***Artículo 38. Compra pública de innovación*** *38.1. Las entidades contratantes utilizan la compra pública de innovación (CPI) para la generación de soluciones innovadoras soportadas por actividades de investigación y desarrollo cuando dicha solución no esté disponible en el mercado o requiera de adaptaciones, ajustes o mejoras que impliquen la incorporación de elementos innovadores.* *38.2. La CPI conlleva la asunción de riesgos vinculados al proceso de innovación, el diseño de medidas de mitigación de dichos riesgos y reconoce la participación de todos aquellos actores que puedan aportar a la identificación de soluciones, productos y servicios que mejoren la prestación de los servicios públicos e impacten positivamente en el desarrollo de innovación en el sector privado.* *38.3. El procedimiento de selección de la CPI, la titularidad de los derechos de uso generados de las actividades de investigación y desarrollo, así como el estándar de rendición de cuentas, incluido el sustento de la decisión de optar por este tipo de contratación, son establecidos en el reglamento.* *(…)* **Artículo 5G. Contratos estandarizados** 59.1. **Los contratos estandarizados de ingeniería y construcción de uso internacional son modelos contractuales creados por organizaciones internacionales del sector de construcción, reconocidos como tales por la DGA mediante resolución directoral.** 59.2. Para el caso de consultoría de obras, ejecución de obras y gestión de instalaciones, las entidades contratantes **pueden utilizar contratos estandarizados de ingeniería y construcción de uso internacional, siempre que así lo determine la estrategia de contratación.** La ejecución de estos contratos se somete a control gubernamental simultáneo y posterior a cargo de la Contraloría General de la República y demás órganos del Sistema Nacional de Control. 59.3. La ejecución contractual de los contratos estandarizados de ingeniería y construcción de uso internacional se rigen por lo dispuesto en los propios contratos y conforme a las disposiciones de la ley y su reglamento. 59.4. Cuando los contratos estandarizados de ingeniería y construcción de uso internacional establezcan que el

incumplimiento del plazo para presentar reclamaciones sobre el plazo y el monto del contrato es sancionado con la pérdida del derecho a modificarlos o con el no reconocimiento de la reclamación, el referido plazo
es considerado como uno de caducidad.

A modo general, la regulación peruana establece las cláusulas obligatorias para todos los contratos de obras públicas, así también establece un apartado específico con los medios de solución de controversias en el caso especial de contratos estándar de ingeniería y construcción, definiendo relativa libertad de acuerdo.

Artículo c0. ***Cláusulas obligatorias en contratos***

Los contratos regulados por la presente ley incluyen obligatoriamente, y bajo responsabilidad, como mínimo, las siguientes cláusulas:

a) Garantías.
b) Cláusula anticorrupción y antisoborno.
c) Solución de controversias.
d) Resolución de contrato por incumplimiento.
e) Gestión de riesgos
(…)
Artículo 78. ***Medios de solución de controversias en contratos estándar de ingeniería y Construcción.***

de controversias que en ellos se contemplen, los cuales se regulan según lo expresado en las cláusulas pertinentes en el propio contrato*. Cuando no incluyan una cláusula que exprese que la decisión final es vinculante para las partes, la entidad contratante propone una cláusula particular o modificatoria para regularlos en ese sentido.*

La legislación peruana, en su artículo 7, establece supuestos de exclusión, dejando abierta la posibilidad de iniciativas que, sin fines de lucro, hagan concurrir recursos públicos y privados. Esta modalidad si bien no fue evaluada en el marco de la revisión de casos en este capítulo, es decir desconocemos si se ha implementado en Perú, en modo general y en obras; abre una interesante referencia para la colaboración público-privada. Sobre todo, para el abordaje de futuros análisis de la regulación nacional.

La exclusión de la regulación contractual para aquellas obras públicas sin fin de lucro, pudiere ser un mecanismo para compartir riesgos y colaborar en el trabajo de pilotar nuevas tecnologías en la construcción, desarrollar experiencias de casos para el testeo de programas, inclusive para la construcción de obras de las que pueda derivarse una explotación ulterior compartida, basada en una construcción sin fin de lucro. Abriendo paso a mecanismos para el uso de la ley de financiamiento urbano compartido. Constituyen alternativas interesantes de explorar como referencia para futuros estudios.

Ley N° 320cS, Ley General de Contrataciones Públicas y modificatorias	*Artículo 7.* ***Supuestos excluidos del ámbito de aplicación.*** *7.1. Se excluyen de las disposiciones de la presente ley los siguientes supuestos, con excepción de aquellas referidas a los principios que rigen las contrataciones públicas:* *j)* ***Los convenios de colaboración u otros de naturaleza análoga suscritos entre entidades contratantes, siempre que se brinden los bienes, servicios u obras propios de la función que por ley les corresponde, no se persigan fines de lucro, no se obtengan utilidades y solo se reconozcan los costos en que incurre la entidad a cargo de la entrega del bien, servicio u obra, previo informe técnico y legal.*** *7.2. Los supuestos señalados en los literales f), g), h), i), j), l), m), n), o), p) y q) del párrafo 7.1 del presente artículo son supervisados por el OECE.* *7.3. Todas las entidades contratantes que apliquen los supuestos comprendidos en el párrafo 7.1 del presente artículo, publican información de sus procesos en la Pladicop. El reglamento establece las condiciones y oportunidad de dicha publicación.*

8. Recomendaciones Técnicas para la implementación de contratos colaborativos

De la compilación efectuada se puede concluir en algunas recomendaciones:

Relacionar con estrategia y cultura organizacional.

Los actores en el proceso de implementación de contratos colaborativos deben tener claridad de cómo este instrumento colabora con la creación de una cultura organizacional que valore la transparencia, la responsabilidad y la ética en la gestión contractual. Debe ser relevado como importante a nivel gerencial o a nivel de autoridad el hecho que esta forma contractual, fortalece el conocimiento colectivo, impulsa la calidad y la sostenibilidad de las operaciones, vinculándolo con los objetivos de la institución y escenarios estratégicos de la institución. También es relevante enfatizar en que estos contratos son mecanismos para identificar y mitigar posibles riesgos actuales en la administración de contratos, productividad, eficiencia y sustentabilidad. Los contratos colaborativos, deben ser vistos como parte de la estrategia y cultura organizacional.

Capacitación

La capacitación y sensibilización sobre contratos colaborativos son aspectos fundamentales para su implementación. Como acción inicial es recomendable realizar sesiones de formación específicas dirigidas a las instituciones participantes, donde se expliquen de manera clara las herramientas disponibles, los casos exitosos, el vínculo de la temática con las políticas institucionales y objetivos mayores (ya sea intereses empresariales o de política pública). En este proceso es relevante explicitar las buenas prácticas en la gestión de contratos y resaltar una gestión eficiente y transparente de estos acuerdos. Asimismo, es importante promover la importancia de la colaboración efectiva, vinculándola con las políticas establecidas. Es relevante enfatizar en el rol de estos contratos para las estrategias y cultura organizacional, de forma de que talleres, seminarios y materiales informativos contribuyan a establecer a los contratos colaborativos como un especio de mejora de prácticas deficientes y su adopción como una ventaja competitiva de los proyectos, empresas o industria.

Pilotaje

Tanto en el ámbito público como para proyectos privados se recomienda realizar uno o varios proyectos piloto de integración colaborativa y temprana. Si bien existen múltiples tipos de contratos, el pilotaje puede ser abordado modificando contratos existentes como el caso de EFE, antes de incorporar contratos estándar; también se puede abordar pilotaje apuntando a parte del proceso y no necesariamente integrando a toda la cadena de valor de forma inmediata. Para ello se puede abordar contratos de pilotaje sobre desarrollos cortos o de más largo plazo, y con contratos o subcontratos.

Para un proyecto público, el pilotaje cumple una doble función, por un lado, apunta a superar barreras relevantes respecto el cambio cultural y logro de análisis y certezas de legalidad necesarias. Por tanto, permite una introducción gradual de la cultura de colaboración público-privada y la difusión de los contratos colaborativos, a nivel institucional y ante las autoridades. Por otra parte, permite evaluar plazos, costos y beneficios que en el ámbito público son relevantes.

Para el ámbito privado, desde la experiencia de los autores de este documento y de las opiniones consultadas se concluye que es recomendable realizar un contrato inicial de diseño con precio objetivo. En una primera fase, con el precio objetivo definido por el mandante, todos los actores trabajan y presentan propuestas para buscar disminuciones de costos, estas propuestas se valorizan en base a indicadores que entreguen los actores. Se establecen así incentivos concretos para

los participantes en función del ahorro que logre cada uno desde su rol bajo la premisa del precio objetivo. En una segunda fase se desarrolla la ingeniería de detalle en función de los acuerdos, la constructora elabora el presupuesto del proyecto. Si los ahorros son efectivos se pagan los incentivos. Luego se puede establecer un contrato de construcción a suma alzada con alertas tempranas.

Definición clara de objetivos, responsabilidades y Establecimiento de indicadores de desempeño

En la implementación es fundamental establecer metas específicas, medibles y alcanzables, para evitar malentendidos y asegurar que todos los actores involucrados tengan una visión compartida. Deben definirse con precisión los roles y responsabilidades de cada parte, así como los espacios de colaboración, detallando quién realiza qué, en qué plazos y en qué condiciones. Esto facilita la transparencia y ayuda a prevenir conflictos. Es recomendable documentar estos aspectos en anexos o capítulos específicos del contrato y revisar periódicamente su cumplimiento durante la ejecución del acuerdo.
Para garantizar el éxito del contrato colaborativo, es indispensable definir indicadores clave de rendimiento (KPIs) que permitan monitorear en tiempo real el cumplimiento. Estos indicadores deben ser claros, relevantes y alcanzables, y estar alineados con los objetivos planteados. La medición permite detectar desviaciones tempranas y tomar acciones correctivas oportunas, además de facilitar una evaluación objetiva del desempeño de cada parte. La implementación de dashboards o plataformas digitales puede facilitar la visualización y seguimiento de estos KPIs.

Flexibilidad y revisión continua

Los contratos colaborativos deben diseñarse con cláusulas flexibles que permitan adaptarse a cambios en las condiciones del mercado, del proyecto o del entorno colaborativo. Esto implica establecer mecanismos de revisión periódica y procedimientos para modificar los términos del acuerdo de manera rápida y concordante al contexto. La flexibilidad y agilidad en la gestión contractual reduce el riesgo de conflictos y facilita la continuidad de la colaboración, incluso en escenarios imprevistos o eventos disruptivos. La experiencia ante terremotos, la pandemia, y otros eventos riesgosos, que tienen perspectiva de aumentar ante los efectos del cambio climático y la vulnerabilidad a sus efectos hace prever que la respuesta ágil puede facilitar mucho la implementación de ajustes en contratos colaborativos. La revisión continua también implica establecer un calendario de reuniones de seguimiento para evaluar avances y ajustar las acciones según sea necesario.

Seguridad y confidencialidad

Es imprescindible adoptar mecanismos robustos para proteger la confidencialidad de la información de carácter reservada que es compartida en el marco de contratos colaborativos. Esto incluye la implementación de medidas técnicas como encriptación, control de accesos y auditorías de seguridad, así como políticas claras sobre el uso y manejo de la información. Además, es importante garantizar el cumplimiento con las normativas de protección de datos personales o comerciales y la regulación aplicable en cada jurisdicción, así como las diferencias en el caso de información manejada en el ámbito público o privado. Estas medidas generan confianza entre las partes, previenen riesgos de filtraciones o uso indebido de la información, y aseguran que la colaboración se desarrolle en un entorno seguro y confiable.

Integración de sistemas

Si bien es una herramienta que implica desarrollo o costos, la integración de sistemas de gestión contractual con otros sistemas como ERP, CRM, sistemas de gestión de proyectos o plataformas de comunicación, puede ser esencial para mejorar la eficiencia y coherencia de todos los procesos relacionados con contratos. Esto es relevante sobre todo en contratos de largo plazo o reiterativos, en alianzas más estables. Permite automatizar la actualización de datos, reducir errores manuales, eliminar redundancias, facilitar el intercambio de información en tiempo real y simplificar la generación de informes, mejorando la toma de decisiones.

Continuidad de gestiones para el impulso de implementación.

Se recomienda desarrollar lineamientos y compromisos para el impulso a una agenda de uso de contratos colaborativos, como se vio en los capítulos referidos a industrialización y a economía circular, la implementación de contratos colaborativos puede ser una herramienta a tales objetivos. Estas gestiones deben integrar a actores públicos y privados, y generar diálogo, difusión, capacitación y pilotaje en torno a la implementación de contratos colaborativos.

Se recomienda continuidad a mesas de trabajo que aborden esta materia y su vinculación a iniciativas existentes y proyectos en gestión actual.

G. Lineamientos estratégicos hacia una ruta de implementación de contratos colaborativos para impulsar la economía circular e industrialización en Chile

Desde la perspectiva de los integrantes del comité, es esperable que, en un futuro de **corto y mediano plazo, el país cuente con conocimiento de las bondades de los contratos colaborativos y se pueda contar con experiencias desarrolladas que demuestren en la práctica esos beneficios**; y en la medida que existan condiciones favorables en el país, **al largo plazo, los contratos colaborativos se vuelvan un estándar** para el sector construcción y sus cadenas de valor extendidas.

En este acápite se definen propuestas concretas, con miras a ese objetivo implementar contratos colaborativos, y con ello impulsar la economía circular y la industrialización en Chile.

Como se ha relevado antes, el uso de contratos colaborativos es una herramienta que permitiría a Chile avanzar hacia el cumplimiento de su política pública en materia ambiental, abordando aspectos de economía circular y permitiendo avanzar más rápidamente al cumplimiento de la política habitacional, de la política de construcción de infraestructura en los diversos subsectores como salud (hospitales y centros de salud), saneamiento (tratamiento de agua, de residuos, etc.), educación (infraestructura educacional y complementaria deportiva), entre otras, al ser puesto al servicio de construcción industrializada.

Además, sería resorte de aumento de la productividad del sector privado, siendo de utilidad tanto en la construcción de obras públicas como privadas desarrolladas por ese sector, generando ahorros relevantes en costos, aumento de productividad de materiales, reducción de tiempos y mejora de procesos e innovación.

Estos dos aspectos estratégicos, de servicio público y de foco privado que se ponen en valor, y en cada uno de los dos temas de interés de este informe, economía circular e industrialización, pueden aún ser desglosados para definir objetivos de una agenda. Si bien no es foco de este estudio desarrollar ese detalle, se definen algunas líneas potenciales de trabajo, que permiten ilustrar ámbitos de acción en los que los contratos colaborativos pueden resultar una solución y se propone su abordaje.

Por ejemplo, en materia de economía circular puede usarse contratos colaborativos para dar espacio a mejorar las EETT de un proyecto especificando materiales con atributos de circularidad, mejor desempeño ambiental y/o correcto análisis de salud de materiales, cuestión relevante para la vivienda, arquitectura hospitalaria, pero también para obras que usan masivamente materiales; actividad que generalmente

queda sin asignación de tiempo en los equipos de proyecto, y que demanda capacidades que no siempre posee un equipo de diseño de arquitectura o una oficina de ingeniería. Cada ámbito de desarrollo orientado al logro ya sea de una economía circular aplicada a la construcción o la industrialización del sector, puede dar origen a medidas concretas. Si bien no se abordarán sistemáticamente todas, este capítulo busca establecer algunas relevantes y estructurarlas en un plan de trabajo.

Se abordan aspectos de estrategia, así como de proceso. Se aborda oportunidades de sinergia con proyectos existentes y en curso a fines de 2025 y principios de 2026 en adelante. Cada propuesta se aborda en una ficha de trabajo de forma que pueda ser luego recogida separadamente para ser implementada.

10. Anexo de Plan de trabajo

Desde la perspectiva de los integrantes del comité, se proyecta que, en el corto y mediano plazo, Chile disponga de un conocimiento consolidado respecto de las bondades de los contratos colaborativos y cuente con experiencias piloto que evidencien en la práctica sus beneficios. En el largo plazo, y a medida que el ecosistema institucional y productivo genere condiciones favorables, se espera que los contratos colaborativos se conviertan en un estándar de gestión contractual para el sector construcción y sus cadenas de valor extendidas.

Como ámbitos de acción prioritarios para avanzar hacia la adopción de contratos colaborativos, se identifican las siguientes líneas potenciales de trabajo:

1.- **Publicación de guías y documentos prácticos**, para la aplicación de contratos colaborativos con énfasis en economía circular o industrialización, que contemple el desarrollo de al menos **3 modelos contractuales adaptados** al contexto chileno para contratos colaborativos en construcción, la elaboración de una guía a partir del documento actual.

2.- **Establecimiento de una mesa de trabajo** en el marco de la gobernanza de alguno de los proyectos actualmente en desarrollo para la conformación de una mesa con al menos 7 organizaciones (públicas, privadas, académicas) comprometidas en **impulsar la adopción de contratos colaborativos** en el escenario público y privado en Chile.

3.- **Plan de difusión y activación** general de contratos colaborativos para una economía circular en construcción e industrialización.

4.- **Programa de capacitación para contratos colaborativos**, que logre desarrollar capacidades básicas y técnicas en organismos públicos y/o privados, en los equipos

de diseño y gestión de proyectos para integrar estos contratos y objetivos desde etapas tempranas.

5.- **Pilotos y proyectos demostrativos**, que logre implementar proyectos piloto en sectores estratégicos como vivienda social, obras públicas de infraestructura de mediana escala o proyectos privados.

Este plan deberá colaborar con la implementación nacional de **Economía circular e industrialización del sector construcción, mediante:**

- Fomentar la integración temprana entre mandantes, diseñadores, proveedores e instaladores mediante marcos contractuales colaborativos.
- Impulsar nuevos estándares bajo acuerdos de desempeño conducentes a Economía Circular e industrialización.
- Sistematizar aprendizajes y difundir resultados para promover su escalamiento.
- Generar una red de colaboración entre entidades públicas, privadas y académicas.
- Adopción de las metas de las hojas de ruta de economía circular y las políticas de construcción sustentable.
- Articulación sectorial e inter e intrainstitucional para la implementación de contratos colaborativos con objetivos de Economía Circular e industrialización.
- Vincular contratos colaborativos con instrumentos de financiamiento verde y programas de innovación industrial.

Se plantea que estos lineamientos constituyan una **Hoja de Ruta Estratégica** para avanzar hacia la adopción sistemática de contratos colaborativos como motor de transformación del sector construcción, alineando sus prácticas con los objetivos de sostenibilidad, eficiencia y productividad que Chile ha definido en su marco de sus compromisos internacionales y de política pública, así como sus ambiciones de desarrollo económico y ambiental.

10.1 Publicación de guías y documentos prácticos.

El presente documento se plantea como el primero de una serie de instrumentos, serie que considerará el desarrollo de al menos:

- Una guía práctica que, a partir del documento actual, permita la aplicación de contratos colaborativos con énfasis en economía circular y/o industrialización.
- Tres modelos contractuales adaptados al contexto chileno para contratos colaborativos en construcción. Idealmente se trata de tomar algún contrato colaborativo estandarizado e introducirle cláusulas o condiciones contractuales pertinentes para acercarlo al mercado nacional, siguiendo

en todo caso las respectivas guías y protocolos de la institución desarrolladora del contrato estandarizado, cuidando que la "adaptación" no afecte la esencia ni la filosofía del respectivo contrato colaborativo estandarizado.

Objetivo General: Colaborar y preparar información y documentación para iniciativas más estructuradas que busquen promover y posicionar el uso de contratos colaborativos en el sector de la construcción en Chile como un instrumento clave para avanzar hacia la economía circular y la industrialización.

Objetivos Específicos:

1. Difundir el documento que se ha elaborado por la mesa de trabajo.
2. Disponibilizar para los principales actores del sector (mandantes públicos, contratistas, arquitectos/ingenieros, proveedores) documento práctico muestre la necesidad de desarrollar pilotos en Chile y las bondades de los contratos colaborativos — como mejoras en costo, plazo, calidad, gestión de riesgos y alineamiento de objetivos de política - e instruya pasos básicos para su implementación.
3. Difundir casos de uso que demuestren la aplicación práctica de contratos colaborativos, especialmente vinculados a economía circular e industrialización.
4. Generar conocimiento introductorio en la industria y Estado chileno para considerar ejecutar contratos colaborativos.
5. Facilitar la creación de un programa de capacitación.
6. Facilitar la formación de una red de actores y mesa de trabajo.

Resultados Esperados: disponibilizar documentos guía y contratos a nivel de borrador, incorporando temáticas y objetivos de economía circular e industrialización, para proyectos del sector construcción.

Público Objetivo

- Ingenieros y arquitectos colegiados.
- Representantes de entidades públicas o privadas vinculadas con licitaciones y contratación de obras.
- Consultores y gestores de proyectos.
- Proveedores del sector construcción.

Modalidad de desarrollo y Recursos: Se propone del desarrollo de documentos digitales.

Para el desarrollo de estos productos se propone establecer un pequeño comité de trabajo constituido por miembros de la mesa de trabajo y en alianza con proyecto liderado por Ministerio del Medio Ambiente llamado **"Transitando hacia una**

construcción circular y descarbonizada en Chile", financiada por Global Environment Facility (GEF); implementada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y ejecutada por Fundación Chile (FCh), proceder a desarrollar documentos. Se puede solicitar al GEF apoyo con diagramación (diseño gráfico) y difusión amplia de la documentación. Los documentos pueden ser codesarrolladlos.

10.2 Establecimiento de una mesa de trabajo.

Se propone la conformación de una mesa con al menos 7 organizaciones (públicas, privadas, académicas) comprometidas en **impulsar la adopción de contratos colaborativos** en el escenario público y privado en Chile.

Objetivo General: Establecer una mesa de trabajo permanente con la misión de impulsar la adopción de contratos colaborativos en Chile, tanto para proyectos públicos como privados.

Objetivos Específicos:

1. Dotar a la mesa de trabajo de recursos (humanos y materiales) necesarios para conseguir el objetivo general.
2. Establecimiento de una gobernanza que regule la instauración y funcionamiento de la mesa de trabajo, abarcando aspectos como los miembros de la mesa, forma de incorporación, tiempo de permanencia, dirección y toma de decisiones, rendición de cuentas, forma y periodicidad de reuniones, entre otros.
3. Fijar misión, visión y valores que sean aplicables a la mesa de trabajo, orientando su gestión y trabajo hacia el fin último de impulsar el uso de contratos colaborativos en Chile.
4. Llevar a la práctica una Metodología que permita conseguir un impulso real y medible en el uso de contratos colaborativos.

Resultados Esperados: El trabajo de la mesa apunta a conseguir que actores de la industria de la construcción nacional, sea en obra pública o en obra privada, decidan por sí mismos -y fuera del contexto de proyectos piloto- llevar a cabo algún proyecto mediante un esquema de contratación colaborativo, usando alguna de las guías y documentos prácticos desarrollados por la mesa de trabajo.

Metodología:

- Etapa 1 (en 2 meses): Diagnóstico, diseño detallado de la estrategia de comunicación, elaboración de material (guía, infografías, casos internacionales), lanzamiento de campaña de sensibilización (seminarios, webinars).
- Etapa 2 (en 6 meses): Realización de talleres de formación, red de actores, facilitar grupos de trabajo para preparar pilotos, difusión de casos prácticos.
- Etapa 3 (en 12 meses): Ejecución de los pilotos, monitoreo y registro de resultados, publicación de aprendizajes, escalamiento de la campaña comunicativa, incorporación de estándares contractuales.
- Documentación de casos pilotos: white papers, vídeos de testimonio, visitas técnicas.
- Seguimiento y difusión de indicadores de avance, de buenas prácticas, lecciones aprendidas.
- Generación de indicadores de seguimiento que permitan evaluar mejoras en costo-plazo-calidad derivados de la aplicación de los contratos colaborativos (por ejemplo, reducción esperada de cost overruns, plazos, etc.)

Público Objetivo para conformación:

- Autoridades o representantes de las instituciones que formarán parte de la mesa de trabajo
- Autoridades o representantes del Colegio de Ingenieros
- Autoridades o representantes del Ministerio de Obras Públicas
- Autoridades o representantes de la Cámara Chilena de la Construcción
- Consultores y gestores de proyectos.
- Proveedores del sector construcción.

Iniciativas sugeridas para la mesa de trabajo:

a) A nivel académico, se postula desarrollar y pilotar una primera Encuesta sobre conocimiento académico sobre Contratos Colaborativos. En este sentido, este Subcomité tomó contacto con RENADEC (Red Nacional de Directores de Escuelas de Construcción de Chile), por medio de uno de sus Directores, Sr. Rodrigo Olivares, quien se mostró disponible para promover una encuesta entre las universidades que forman parte de RENADEC, que permita medir el grado de conocimiento y/o interés asociado a contratos colaborativos, con la idea de establecer una línea de trabajo que permita incorporar, al menos de forma incipiente, algún contenido sobre contratos colaborativos a nivel académico.

b) También dentro del espectro académico se propone desarrollar iniciativas para abordar/mitigar/cerrar la brecha de conocimiento que existe entre los estudiantes y profesionales del área de la ingeniería y construcción respecto a contratos de construcción y especialmente a contratos colaborativos. Resulta preocupante

constatar que en las diferentes carreras no existen mallas académicas que consideren estos conocimientos, de forma tal que si los profesores no abordan este tipo de contrato difícilmente las nuevas generaciones podrán tener conocimientos y habilidades para desenvolverse en un futuro cercano en un proyecto colaborativo. Se visualiza como altamente necesario buscar un acuerdo con las carreras universitarias de ingeniería, arquitectura y construcción.

c) Dada la importancia de la Contraloría General de la República en el contexto de la fiscalización del principio de legalidad en los contratos de obra pública, se sugiere tener acercamientos con dicha institución y buscar instancias de dialogo y trabajo para propiciar el conocimiento de los contratos colaborativos, preparando el escenario para que la Contraloría pueda ser un colaborador activo para la implementación de un proyecto piloto de obra pública gestionada a través de un contrato colaborativo, apoyando con ideas y soluciones a los problemas de índole legal-reglamentario que pudiesen afectar la implementación de un esquema colaborativo en un contrato de obra pública fiscalizada por Contraloría.

d) En línea con lo anterior, se sugiere realizar actividades de estudio de situación y experiencias en países que trabajan ya con estos modelos (Inglaterra, Australia, Finlandia, entre otros) y que permitan levantar información concreta para analizar la incidencia del tipo de contrato con la eficiencia del sector.

e) En la dimensión nacional, sería interesante que el Colegio de Ingenieros pudiera generar vínculo con la empresa Flesan (del Grupo Flesan), buscando que puedan compartir información técnica de los proyectos colaborativos que ellos desarrollaron en Perú, como una forma de entender y visualizar los resultados obtenidos en tales proyectos. Se busca posteriormente poder compartir esta información (con la debida autorización de Flesan), para buscar adeptos y apoyos en miras a integrar la contratación colaborativa de forma gradual en el país.

10.3 Plan de difusión y activación general.

Basado en esa Visión y horizonte de desarrollo se plantea la creación de una de una estrategia comunicativa que desde la perspectiva de los integrantes del comité, debe apuntar a que Chile disponga de un conocimiento consolidado respecto de las bondades de los contratos colaborativos y cuente con experiencias piloto que evidencien en la práctica sus beneficios, y que, a medida que el ecosistema institucional y productivo genere condiciones favorables, los contratos colaborativos se conviertan en un estándar de gestión contractual para el sector construcción y sus cadenas de valor extendidas.

Objetivo General: Promover y posicionar el uso de contratos colaborativos en el sector de la construcción en Chile como un instrumento clave para avanzar hacia la economía circular y la industrialización, de modo que se creen experiencias piloto, se difundan buenas prácticas y, a mediano plazo, estos contratos se conviertan en estándar en la contratación pública y privada.

Objetivos Específicos:

1. Sensibilizar a los principales actores del sector (mandantes públicos, contratistas, arquitectos/ingenieros, proveedores) sobre las bondades de los contratos colaborativos — como mejoras en costo, plazo, calidad, gestión de riesgos y alineamiento de objetivos.
2. Difundir casos de uso y la necesidad de desarrollar pilotos en Chile que demuestren la aplicación práctica de contratos colaborativos, especialmente vinculados a economía circular e industrialización.
3. Generar conocimiento introductorio en la industria y Estado chileno para evaluar, gestionar y ejecutar contratos colaborativos (modelos contractuales, incentivos, gobernanza, equipos integrados de diseño, entre otros).
4. Facilitar la creación de una red de actores (sector público, privado, academia) que cooperen para implementar estos contratos, compilar aprendizajes y escalar su uso en el país.
5. Promover que los criterios de economía circular (materiales de bajo impacto, reutilización, diseño modular) y de industrialización (prefabricación, digitalización, integración temprana) queden incorporados en contratos colaborativos estándar.

Resultados Esperados:

- Materialización de un grupo creciente de profesionales, ejecutivos, funcionarios públicos y autoridades con conocimientos manifiestos en contratos colaborativos y con iniciativa para emprender proyectos colaborativos.
- Elaboración de material didáctico e infográfico de resumen, en base a los documentos base, que permita educar sobre contratos colaborativos y difundir alternativas.
- Lograr una sensibilización generalizada en todos los actores del sector de la construcción entorno a la necesidad de utilizar contratos colaborativos como una alternativa al sistema actual y a los beneficios que se pueden reportar con el uso de contratos colaborativos en proyectos de construcción de obra pública y privada.
- Generar interés en profesionales, estudiantes, académicos, empresarios, arquitectos, constructores, desarrolladores de proyectos, autoridades y

fiscalizadores, en miras a desarrollar nuevos estudios, actualizaciones y difusión de experiencias en el uso de contratos colaborativos, de manera de incrementar el conocimiento y profundizar en el objetivo general reseñado en este capítulo.

- Instaurar la conciencia de que los contratos colaborativos son el vehículo más adecuado para recoger iniciativas de construcción industrializada y economía circular, por la regulación específica que contienen algunos modelos estandarizados de contratos, así como por la flexibilidad que tales contratos ofrecen a las partes para incorporar objetivos de innovación, nuevas tecnologías, estándares de comportamiento ético y por supuesto, construcción industrializada y economía circular.

Público Objetivo:

- Ingenieros, arquitectos y constructores colegiados.
- Representantes de entidades públicas o privadas vinculadas con licitaciones y contratación de obras.
- Consultores y gestores de proyectos.
- Proveedores del sector construcción (materiales, prefabricados, industrializados).
- Mandantes de obra pública (ministerios, gobiernos regionales, municipios).
- Contratistas generales y subcontratistas.
- Academia y centros de investigación vinculados a construcción, economía circular e industrialización.

Enfoques estratégicos de comunicación:

Estos dos ejes constituyen pilares complementarios que deben ser abordados en paralelo. Los contratos colaborativos pueden contribuir a ambos, articulando esfuerzos del Estado, la industria y la academia hacia objetivos compartidos.

a) Resaltar el rol estratégico de los contratos colaborativos.

El uso de contratos colaborativos representa una **herramienta clave** para avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de las políticas públicas ambientales, de desarrollo sostenible del país, de productividad y el cumplimiento de la política habitacional:

- **Economía circular**, mediante contratos colaborativos se puede lograr la reducción de residuos, la optimización del uso de materiales y la incorporación de criterios de circularidad en diseño, ejecución y mantenimiento de obras.

- **Industrialización del sector construcción**, a través de contratos colaborativos, se puede lograr la integración temprana de actores, la gestión eficiente de riesgos, la estandarización de procesos, y la promoción de innovación tecnológica.
- **Productividad**, la adopción se contratos colaborativos fortalece la **productividad** tanto en proyectos públicos como privados, generando impactos positivos en:
- Ahorro de costos y optimización de recursos.
- Reducción de tiempos de ejecución y aumento de la eficiencia.
- Mejora de la calidad y desempeño de los proyectos.
- Incremento de capacidades técnicas, innovación y trabajo colaborativo entre empresas.

b) Foco en la acción pública, privada y el impulso de proyectos público-privados en materia de economía circular e industrialización.

- **El enfoque público** busca acelerar la implementación de políticas habitacionales, sanitarias, educativas y de infraestructura, mediante el uso de contratos que faciliten la coordinación temprana entre mandantes, proyectistas y contratistas. Esto permitiría, entre otros beneficios: reducir sobrecostos por incompatibilidades técnicas o rediseño, favorecer soluciones constructivas industrializadas y sostenibles, incorporar criterios ambientales y de circularidad desde la etapa de diseño.

- **El enfoque hacia el sector privado** busca posicionar a los contratos colaborativos como una herramienta que ofrece un marco de gestión que permite distribuir riesgos de manera equitativa, mejorar la relación entre cliente y contratista, e impulsar prácticas innovadoras. Su aplicación puede traducirse en: mayor competitividad del sector, incorporación de nuevos modelos de negocio sostenibles e incentivos para el uso de materiales de mayor eficiencia, menor costo e impacto ambiental, colaborando con establecer competitividad para las nuevas demandas en construcción.

- **El foco en proyectos público-privados** es una alternativa que busca facilitar el desarrollo de proyectos que por su complejidad o innovación, pero interés público y privado se facilitan gracias al uso de contratos colaborativos, ejemplo de este tipo de proyectos puede constituir el desarrollo de iniciativas para la valorización de residuos de construcción, a través de instrumentos como la ley de financiamiento urbano compartido, así como el de concesiones, también para el financiamiento de iniciativas de forma conjunta como es el caso de proyectos cofinanciados por la banca ética.

c) Consideraciones clave para la estrategia comunicativa

- Aprovechar los **beneficios comprobados** de los contratos colaborativos, basado en casos. Esto genera mayor certeza, acompañando de indicadores numéricos.
- Subrayar la sinergia que generan los contratos colaborativos para una colaboración temprana.
- Reconocer las barreras existentes (por ejemplo, cultura adversarial, falta de experiencia, restricción regulatoria en licitaciones públicas) y comunicar cómo superarlas.
- Adaptar los mensajes al público objetivo diferenciado: por ejemplo, para mandantes públicos el foco en servicio público, eficiencia, cumplimiento de políticas; para proveedores contratistas el foco en innovación, competitividad, nuevos modelos de negocio.
- Generar narrativa convincente: "*Hacia una construcción más circular, industrializada y colaborativa: contratos que alinean intereses, reducen residuos, aceleran plazos y mejoran calidad.*"
- Monitorizar y comunicar los resultados del plan de difusión (alcance, número de participantes, pilotos iniciados, contratos colaborativos firmados) para reforzar el mensaje y generar momentum.

Duración propuesta: Propuesta para una fase de difusión/activación de 8 meses, con proyección a continuación de institucionalización (2 años), sujeta a la gestión de financiamiento.

Canales y actividades:

- Seminarios/webinars dirigidos al público objetivo.
- Publicación de boletines, informes, infografías y vídeos explicativos sobre contratos colaborativos + economía circular/industrialización.
- Uso de Plataformas digitales o sitios temáticos (portales web) donde se centralice y se distribuya la información, se compartan recursos, y los actores puedan interactuar. Por ejemplo, página web de economía circular MMA, Proyecto GEF, web CDT, Instituto de la Construcción, Construye 2025, entre otras.
- Difusión de actividades de Mesa de trabajo (virtual/presencial) con representantes públicos, privados y académicos. Ver 10.2.
- Eventos de networking entre mandantes, contratistas y proveedores para generar alianzas colaborativas.
- Difusión en medios especializados (construcción, sostenibilidad) y asociaciones profesionales de arquitectos/ingenieros/constructores.

Materiales y Recursos:

- Guía/fichas de modelo contractual colaborativo adaptadas al sector construcción (ej: principios, incentivos, gobernanza) basadas en literatura internacional de contratos colaborativos.
- Infografías/resúmenes ejecutivos que expliquen los beneficios de los contratos colaborativos (costos, tiempos, calidad, reducción de disputas)
- Casos de éxito internacionales (ej: sectores infraestructuras, industrialización) para contextualizar en Chile.
- Plataforma o espacio digital para intercambio de recursos, foros, inscripción a eventos.
- Materia de formación: módulos de capacitación (presencial/online) para técnicos, gestores y mandantes.
- Equipo de coordinación/secretaría del plan de difusión — persona o unidad responsable de ejecutar, dar seguimiento y gestionar alianzas.
- Alianzas con asociaciones gremiales, colegios profesionales, universidades, instituciones públicas que puedan coorganizar eventos o facilitar difusión.
- Presupuesto estimado para comunicaciones, eventos, diseño gráfico, producción de videos, plataforma web, viajes para pilotos/visitas técnicas.

10.4 Programa de capacitación para contratos colaborativos.

Objetivo General: Fortalecer las competencias de los profesionales ingenieros, arquitectos y constructores en la comprensión, aplicación y promoción de los contratos colaborativos como herramienta de gestión eficiente, transparente y alineada con los objetivos estratégicos nacionales en materia de economía circular industrialización y productividad en la construcción, así como alineada a los objetivos de las instituciones y proyectos.

Esta capacitación propone fortalecer las capacidades de los profesionales del sector para implementar estos modelos contractuales, vinculándolos con **las políticas nacionales de economía circular, industrialización y productividad**, elementos claves para el desarrollo sostenible y competitivo del sector construcción.

Objetivos Específicos:

- Generar una masa crítica de profesionales con competencias en contratos colaborativos.
- Comprender el concepto, alcance y tipos de contratos colaborativos (NEC,

IPD, Alliance, etc.).
- Comprender conceptos básicos de economía circular e industrialización.
- Identificar los beneficios y retos de la implementación de contratos colaborativos en proyectos públicos y privados que tienen como objetivo lograr economía circular e industrialización.
- Analizar casos de éxito nacionales e internacionales.
- Fomentar una cultura de colaboración, transparencia y gestión eficiente de riesgos.
- Desarrollar lineamientos prácticos para la adopción de contratos colaborativos dentro de la ingeniería nacional.

Resultados Esperados después de varios ciclos de impartición: Mayor comprensión de la relación entre **contratos colaborativos, economía circular e industrialización**, integración de buenas prácticas de **gestión colaborativa** en proyectos del sector construcción, creación de una **red profesional interdisciplinaria** (ingenieros, arquitectos, constructores, proveedores) orientada a la innovación y sostenibilidad; propuestas institucionales para la adopción de modelos colaborativos en el marco de la **productividad y sostenibilidad nacional**

Público Objetivo

- Ingenieros, arquitectos y constructores colegiados.
- Representantes de entidades públicas o privadas vinculadas con licitaciones y contratación de obras.
- Consultores y gestores de proyectos.
- Proveedores del sector construcción.

Modalidad, duración propuesta

- **Modalidad:** virtual (en mesa de trabajo + sesiones de taller).
- **Duración total:** 27 horas distribuidas en jornadas de 3 horas.
- **Metodologías:** Exposición teórica con apoyo visual, talleres prácticos de análisis de casos, trabajo colaborativo en grupos, debate guiado y conclusiones conjuntas.

Materiales y Recursos: Presentaciones digitales y manual de apoyo, plantillas de análisis y guías de trabajo colaborativo, casos de estudio (adaptados al contexto nacional), grabaciones de las sesiones y lecturas complementarias.

Evaluación y Certificación

- **Evaluación continua:** Participación en debates, talleres y actividades grupales (40%).
- **Proyecto final:** Propuesta grupal de implementación de un modelo colaborativo adaptado al contexto de cada participante (60%).
- **Certificación:** Se sugieres la posibilidad que se otorgue un certificado digital avalado por el Colegio de Ingenieros a quienes cumplan al menos el 80% de asistencia y presenten su propuesta final aprobada.

Tabla 1.2 Estructura del Programa sugerido (9 Jornadas / 27 horas)

Clase	Tema Principal	Objetivo Específico	Metodología
1	*Introducción a los contratos colaborativos y su relación con la sostenibilidad*	*Comprender los principios, beneficios y su vínculo con la economía circular e industrialización*	*Exposición + debate guiado*
2	*Modelos y marcos normativos de contratación colaborativa*	*Analizar los principales modelos (NEC, FIDIC, IPD, Alliance) y sus marcos de aplicación*	*Exposición + análisis comparativo*
3-4	*Elementos estructurales de los contratos colaborativos para economía circular e industrialización.*	*Análisis de los elementos principales de los contratos colaborativos, y de cláusulas específicas para definir roles, responsabilidades, mecanismos de gobernanza y toma de decisiones para economía circular e industrialización.*	*Análisis comparativo mediante taller práctico + trabajo en grupos (2 clases)*
5	*Gestión de riesgos y gobernanza colaborativa*	*Diseñar estrategias para la gestión compartida de*	*Simulación + análisis de caso*

		riesgos y resolución de conffictos	
6	*Economía circular e industrialización en la construcción*	*Comprender cómo los contratos colaborativos potencian la eficiencia de recursos y la innovación industrial*	*Exposición + debate temático*
7	*Herramientas tecnológicas de apoyo*	*Explorar herramientas como BIM, plataformas colaborativas y KPIs para la transparencia y eficiencia*	*Demostración práctica + taller*
8	*Casos de éxito nacionales e internacionales y sus estrategias de implementación.*	*Analizar buenas prácticas y resultados de experiencias en distintos contextos*	*Estudio de caso + discusión guiada + Tarea redacción propuesta contrato*
9	*Presentación de propuestas finales y cierre*	*Presentar propuestas prácticas de aplicación y consolidar aprendizajes*	*Taller de revisión y diseño colaborativo de contratos, + Exposición de grupos + Evaluación y conclusiones conjuntas*

10.5 Pilotos y proyectos demostrativos.

Implementar proyectos piloto en sectores estratégicos como vivienda social, obras públicas de infraestructura de mediana escala o proyectos privados.

Como primer aspecto a considerar, se visualiza que existen 2 grandes líneas de acción en miras a implementar esquemas colaborativos piloto en el país:

1.- La primera es impulsar un piloto de esquema completo de contrato (por ejemplo, adquirir un contrato colaborativo estandarizado), y aplicarlo gradualmente a distintos proyectos en un cierto periodo de tiempo,

En una suerte de “piloto de contrato”. Ejemplo de esta opción fue lo que ocurrió en Perú, cuando generó un contrato de Gobierno a Gobierno (G2G) y decidió utilizar un contrato NEC para la construcción de la infraestructura asociada a los Juegos Panamericanos Lima 2019.

2.- La segunda opción es impulsar la adopción de cláusulas aisladas o elementos individuales de uno o varios contratos que adopten características de colaborativo, promoviendo secuencialmente que más y más actores se familiaricen con estos aspectos y con ello, en un mediano a largo plazo, se pueda pasar a una implementación de un esquema completo de contrato colaborativo.

Si bien es cierto que ambas opciones son válidas, son perfectamente realizables de forma paralela, y es deseable su implementación, el hecho es que generaron debate al interior de la mesa de discusión. A los efectos de este informe se prefirió recomendar la segunda opción, por ser más afín a la idiosincrasia del medio nacional (habría menos resistencia al cambio), por involucrar menores costos de implementación y porque permite avanzar en paralelo con la difusión de estos modelos de contratos a nivel académico, empresarial y gremial, pavimentando el camino hacia una adopción de un esquema completo de contrato colaborativo.
Dentro de la gradualidad que se propone en la opción N°2, se proponen las siguientes líneas de acción:

a) Impulsar iniciativas de contratos colaborativos que puedan adoptarse de forma aislada en proyectos públicos y privados que se desarrollan en la actualidad. Nos referimos a la incorporación de Dispute Boards, Integración Temprana o cláusulas de Alerta Temprana (similares a las que usa NEC o FIDIC). Se visualiza que estas herramientas pueden ser más fácilmente aceptables que un contrato colaborativo estandarizado propiamente tal.

b) Generar trabajo con el Ministerio de Obras Públicas, en su calidad de principal impulsor de obras en el país, conducente a despertar interés técnico y definir proyectos en los que, desde dicho Ministerio pueda implementarse contratos colaborativos o uso de cláusulas colaborativas, coordinando a departamentos técnicos y fiscalía del MOP, integrando funcionarios a las actividades de difusión y/o capacitación de este programa y lograr el pilotaje de contratos colaborativos en obras concretas.

c) Buscar una alianza con la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE) con el objetivo de acceder a información relativa a la experiencia adquirida y los resultados obtenidos mediante la utilización de cláusulas/contratos colaborativos. Lo anterior se sustenta en la premisa de que EFE ha hecho de público conocimiento que ha comenzado a implementar contratos colaborativos en sus nuevos proyectos, lo que representa una fuente de

conocimiento muy atractivo para los efectos perseguidos por este Subcomité pero que, de momento, sigue siendo información reservada y confidencial. Por lo mismo, se propone invitar a EFE a formar parte de alguna de las iniciativas planteadas en este documento y se pueda concretar un intercambio de información o derechamente una autorización para difundir su experiencia, que seguramente tendrá un alto impacto en el mercado nacional.

d) En el marco de la gradualidad, se propone establecer como meta de largo plazo avanzar con un caso de éxito similar a lo acontecido en Perú, cuando implementó un contrato tipo NEC 3 opción F para la construcción de la infraestructura pública de los Juegos Panamericanos Lima 2019. Ya que la experiencia peruana se sustentó en un Contrato Gobierno a Gobierno (G2G), celebrada entre el Estado Peruano y el Reino Unido, podría ser interesante explorar la factibilidad de que el Estado Chileno busque concretar un Contrato Gobierno a Gobierno con algún otro Estado, que posea experiencia en G2G y en la implementación de esquemas colaborativos en otros países, buscando replicar el caso de éxito de Perú.

Si bien se trata de un objetivo sumamente ambicioso, que requiere la dictación de legislación además de aunar esfuerzos en esferas gubernamentales, políticas, diplomáticas y otras complejidades equiparables a la suscripción de un tratado internacional, sin embargo, este subcomité no puede dejar pasar la ocasión de plantearlo como una posibilidad plausible, dado que en Perú resultó exitosamente.

De todos modos, se hace la salvedad que para que este proyecto avance en forma eficiente se requiere un marco legal especial, que permita saltarse los procesos tradicionales que establece la ley y la normativa vigente, en la que participe la Contraloría General de la República fiscalizando el uso eficiente de recursos, de modo que no sea un cheque en blanco. Vale destacar que en Perú se evidenció que el cambio cultural fue liderado por la Contraloría, y por ello podría ser factible repetir esa experiencia en Chile.

11. Propuestas de indicadores

Para finalizar este capítulo, se entrega un listado de propuestas de indicadores para el sector, que permitan medir el grado de interés y de penetración de los contratos colaborativos en el medio nacional, a saber:

- (1) Cursos, (2) talleres y (3) diplomados que abordan contratos colaborativos en sus módulos.

- Cantidad de personas capacitadas en sector público (4) y privado (5)
- Número de procesos de RFI orientados a incorporar contratos colaborativos (6).
- Cantidad de contratos colaborativos suscritos con cláusulas colaborativos (7) o reconocimiento de procesos colaborativos en su confección (8).

Estimamos que cuando se cumplan con los indicadores propuestos podría existir un escenario favorable para implementar un contrato colaborativo completo propiamente tal en algún proyecto en Chile.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE Y BUENAS PRÁCTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN CONSTRUCCIÓN

Paola Del Río Cristian Garín Marlena Murillo
Bárbara Silva

1. Objetivos del capítulo

Este capítulo tiene como objetivo general dar a conocer y poner en valor las buenas prácticas de Economía Circular (EC) en el sector de la construcción en Chile, mostrando cómo los principios de la EC pueden integrarse de manera práctica en la ingeniería civil, en proyectos de edificación e infraestructura.
Sus objetivos específicos son:

- Presentar una visión actualizada de EC en el sector construcción en Chile al año 2025 para el mundo de la ingeniería.
- Difundir buenas prácticas reales de economía circular aplicables a la construcción de manera de inspirar a los profesionales del rubro.
- Dar a conocer experiencias y buenas prácticas de EC implementadas en obras, procesos y materiales de construcción.
- Mostrar resultados concretos y beneficios asociados a la adopción de estrategias circulares en proyectos constructivos.
- Vincular la práctica de la ingeniería civil con los principios de la EC, mostrando el rol clave de nuestros profesionales en la transición hacia una construcción más sostenible, eficiente e innovadora.
- Motivar a las/los ingenieros a incorporar criterios, estrategias y buenas prácticas de la EC como parte fundamental de las decisiones que se toman al diseñar, impulsando una construcción más sostenible.

2. Contextualización

El crecimiento de las urbanizaciones y su desarrollo constante genera por consiguiente una demanda expansiva por recursos, la construcción sostenible se hace imperante para mitigar sus impactos negativos a la sociedad, el medio ambiente y la economía. La economía circular como modelo ofrece la oportunidad de

repensar la forma en que nos relacionamos y proyectamos el entorno construido, poniendo en valor los recursos, extendiendo al máximo su vida útil y aportando no solo con reducir la contaminación y hacer un uso eficiente de los recursos, sino que también regenerar los espacios intervenidos, implementar nuevos modelos de negocios y aportar con creación de empleo verde.

A nivel internacional, se estima que el sector de la construcción es responsable del consumo de alrededor del 40% del total de los recursos del planeta (World Economic Forum, 2016) y de aproximadamente el 34% de la generación de residuos a nivel nacional (Conama, 2010). El crecimiento demográfico y la preferencia por habitar zonas urbanas genera requerimientos de vivienda asequible, servicios e infraestructura (CDT, 2020). En Chile, la población urbana al 2024 ya ha alcanzado el 88% de acuerdo con cifras del Banco Mundial (2025). Se estima que para el año 2060 se duplique el stock de edificaciones existentes hoy en día (World Economic Forum, 2016). Lo que incrementará significativamente la presión sobre los ecosistemas, agotando progresivamente las materias primas y elevando los costos de los recursos críticos.

En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente y otras organizaciones estiman que se generan más de 7.000.000 de toneladas de residuos al año solo considerando la construcción de viviendas (Minvu 2019), lo que es equivalente al volumen de 15.5 Estadios Nacionales (Construye2025, 2020). Esta estimación no incluye las obras públicas tales como infraestructura, las que podrían aportar, estimando de forma conservadora, del orden de 20 millones de toneladas adicionales de residuos al año [14]. A esto se suman los residuos generados en las demoliciones y por desastres tales como terremotos, maremotos, aluviones o incendios, entre otros. Solo el Terremoto del 27F generó más de 20 millones de toneladas de residuos en un solo día (MMA, 2020). La situación se vuelve más crítica al considerar que, al año 2020, nueve regiones del país no contaban con al menos un sitio de disposición final autorizado para la destinación final de escombros mezclados, y que varios de los sitios de disposición final activos se aproximan a completar su capacidad máxima y enfrentar su cierre (Construye2025, 2020). Este escenario ha favorecido la disposición informal de residuos, muchos de los que terminan en riberas de ríos y quebradas y terrenos no autorizados, incrementando los riesgos ambientales y sanitarios y aumentando sus efectos adversos ante eventos climáticos y otras emergencias tales como incendios, y posibilitando la ocurrencia o empeorando las condiciones de desastres naturales. Ante esta realidad, se hace urgente asumir la responsabilidad integral sobre los impactos ambientales, sociales y económicos que genera la construcción en nuestro país.

En este contexto, la Economía Circular surge como una respuesta concreta y estratégica para enfrentar estos desafíos, al ofrecer enfoques y herramientas que

permiten abordar el diseño, construcción, operación y gestión de proyectos desde una perspectiva integral. Este modelo promueve una visión de largo plazo, que incorpora el enfoque de ciclo de vida y considera todas las etapas de una obra, desde su concepción y diseño, pasando por la selección de materiales, construcción, operación y mantenimiento, hasta su eventual desconstrucción, junto con su interacción con el entorno natural y social en el que se inserta..

Asimismo, implica pensar los proyectos con una mirada sistémica, es decir, abordarlos de forma integral, considerando no solo sus componentes técnicos, sino también las interrelaciones y flujos que se establecen con el entorno social, ambiental y económico. Este enfoque permite anticipar riesgos, reducir impactos, identificar oportunidades y optimizar el uso de recursos, reconociendo que cada decisión de diseño o gestión tiene efectos en múltiples dimensiones del sistema. Además, favorece la incorporación de nueva información y avances tecnológicos, fortaleciendo la capacidad de adaptación frente a contextos cambiantes. Su aplicación se potencia a través del trabajo interdisciplinario y la colaboración entre los distintos actores de la cadena de valor, integrando la experiencia y perspectiva de quienes participan o se ven directamente afectados por el desarrollo del proyecto.

La Economía Circular, impulsa un diseño inspirado en los sistemas naturales, biológicos y ecológicos, en los que no existen residuos, sino que flujo de materiales y energía que se regeneran continuamente. Este enfoque impulsa la optimización en el uso de materiales; la reducción de pérdidas de valor y previene la generación de residuos en cada etapa del proyecto.

Incorporar en etapas tempranas criterios como la minimización de impactos, la extensión de la vida útil y salud de los materiales, o la reducción de costos y emisiones asociadas, permite alcanzar resultados más eficientes y sostenibles que aquellos alcanzados cuando estas consideraciones se incorporan al final del proceso.

El presente documento tiene por objetivo visibilizar experiencias y buenas prácticas que muestran que la prevención, la reutilización y la gestión circular de los recursos son estrategias viables, efectivas y replicables. Asimismo, busca motivar a las/los profesionales de la ingeniería a integrar estos principios en su quehacer, como parte de un compromiso ético, técnico e innovador con la sostenibilidad y transformación del sector construcción.

[14] "Una estimación conservadora de MMA 2025 considerando edificación e infraestructura"

3. Conceptos básicos

3.1 De Economía Lineal a Economía Circular

La economía tradicional, que conocemos como lineal, se caracteriza por la lógica de extracción de materias primas, fabricación de materiales de construcción, ejecución de obras, demolición al término de su vida útil y disposición final de los residuos generados. Este modelo fomenta el uso indiscriminado de los recursos naturales, incrementa la contaminación, y promueve la obsolescencia temprana de edificaciones y materiales, lo que implica una pérdida prematura de valor económico y energético incorporado, además de una mayor demanda de nuevas materias primas y un aumento sostenido en la generación de residuos y emisiones, En consecuencia, este esquema profundiza las problemáticas ambientales y limita la posibilidad de avanzar hacia un desarrollo sostenible y eficiente de los recursos.



Fuente: https://www.construible.es/2015/10/01/isover-apuesta-por-la-sostenibilidad-en-el-ciclo-de-vida-del-edificio

Figura 2.1 Economía lineal

La transición hacia un modelo de economía circular se presenta como una oportunidad de mantener los recursos naturales en circulación previniendo su extracción, extendiendo su vida útil y regenerando el medio ambiente.

En este ámbito, la fundación Ellen MacArthur[15], ha establecido tres principios fundamentales que orientan la economía circular:

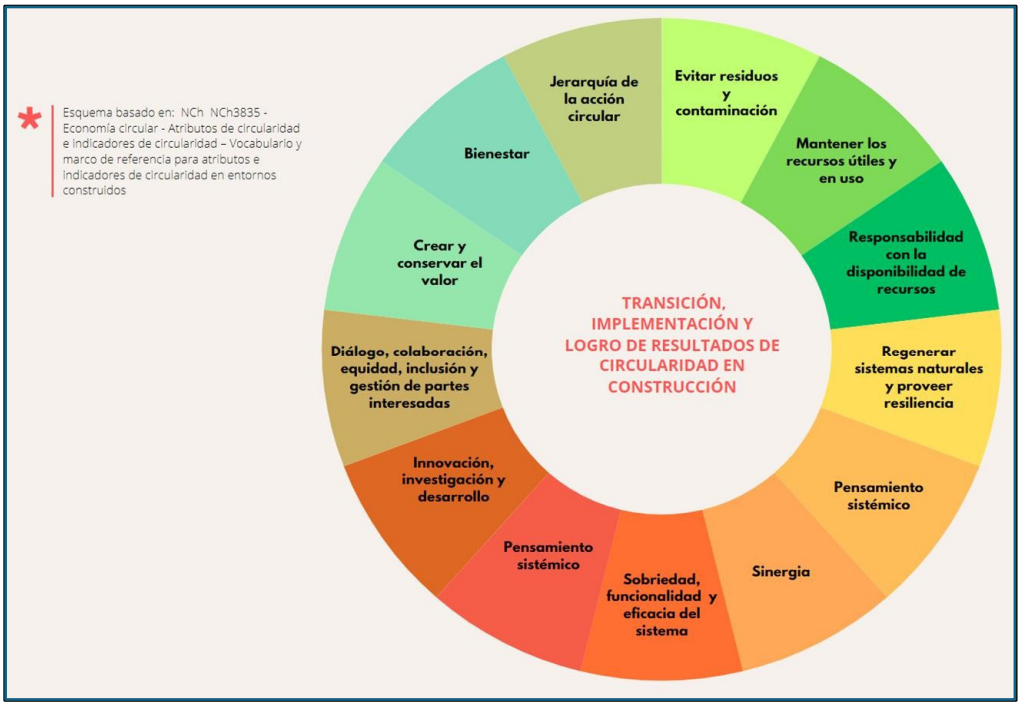
[15] *Ellen MacArthur Foundation* es una de las instituciones más influyentes a nivel mundial en la conceptualización, difusión y aplicación práctica de la economía circular. Fundada en el Reino Unido en 2010, la EMF ha desarrollado un marco teórico y metodológico ampliamente adoptado por gobiernos, empresas y organismos internacionales. Su trabajo ha permitido traducir los principios de la circularidad en estrategias concretas para el diseño, la producción y el consumo sostenibles, impulsando la integración de estos enfoques en políticas públicas, normativas y modelos de negocio.

- Eliminar los residuos y la contaminación
- Circular los productos y materiales (en su valor más alto)
- Regenerar la naturaleza

Estos principios han servido de base para el desarrollo de estándares internacionales, incluyendo la serie ISO 59000 sobre Economía Circular, elaborada por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Esta serie define un marco común de conceptos, principios y directrices para la implementación de la circularidad en organizaciones, productos y cadenas de valor, promoviendo un enfoque sistémico, colaborativo y basado en el ciclo de vida.

En Chile, el Instituto Nacional de Normalización (INN) se encuentra desarrollando la serie de normas NCh3835 a NCh3841, que adaptan estos principios al contexto nacional y específicamente al sector construcción. Estas normas definen los atributos de circularidad y los indicadores de desempeño que permiten medir, comparar y mejorar las prácticas circulares en proyectos, materiales y procesos constructivos. De esta manera, aportan una base técnica y verificable para avanzar hacia una industria más eficiente, resiliente y sostenible.

Aplicada al ámbito de la construcción la economía circular invita a reflexionar sobre la planificación, los sistemas constructivos y la gestión de recursos y residuos, priorizando su valorización y reincorporación al ciclo productivo. Una administración más eficiente de los materiales y procesos permite reducir pérdidas, optimizar costos y disminuir impactos ambientales, contribuyendo a tener edificaciones más sostenibles y alineadas con los estándares internacionales de circularidad.

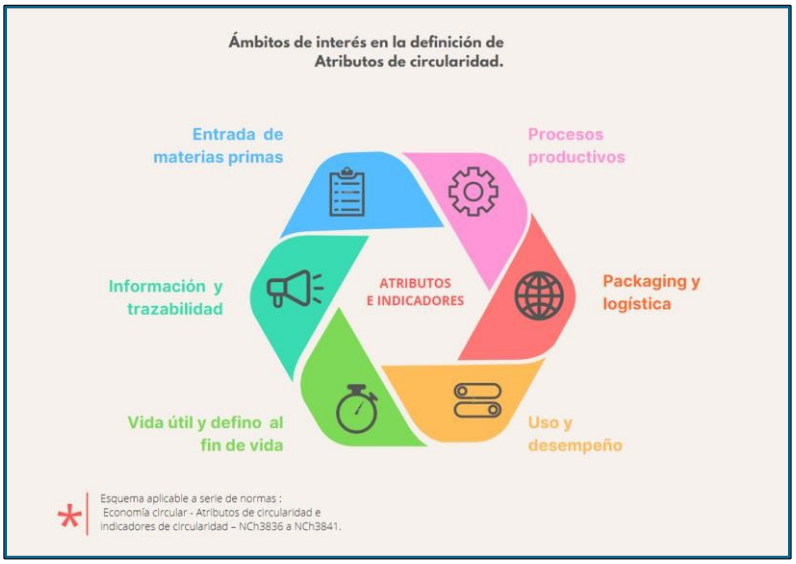


Fuente: Serie de Normas NCh3835 a 3841Economía Circular- Atributos de Circularidad e Indicadores de Circularidad

Figura 2.2 Atributos de Circularidad basados en NCh3835

3.2 Enfoque de Ciclo de Vida

Para aplicar el modelo de economía circular es necesario conocer el enfoque de ciclo de vida de las edificaciones, debido a que en cada una de las etapas que lo componen existen oportunidades de administrar de mejor manera los recursos, mientras más temprano se tomen las decisiones de proyecto en el ciclo de vida y de manera integrada entre los actores involucrados (mandante, arquitectos, ingenieros, constructores, entre otros), menor será la generación de residuos y el costo de su gestión para disposición final y/o valorización, o en su defecto su costo será más acertado.



Fuente: Serie de Normas NCh3835 a 3841Economía Circular- Atributos de Circularidad e Indicadores de Circularidad

Figura 2.3 Atributos de Interés en la definición de Atributos de

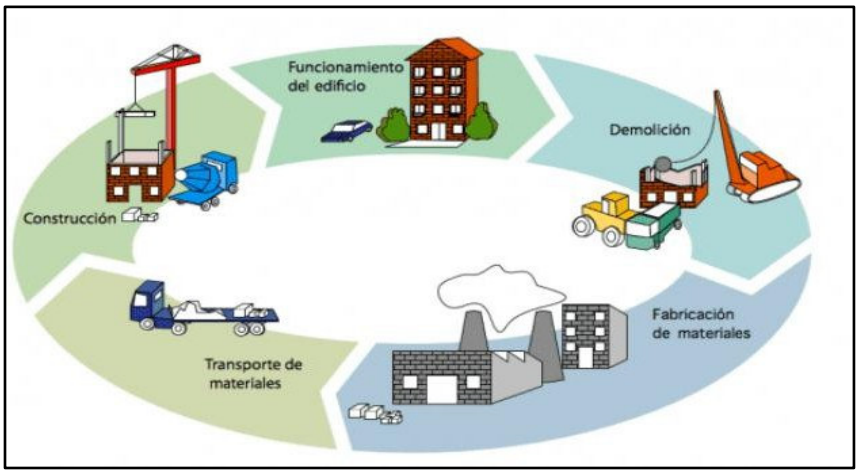
Circularidad Etapas del ciclo de vida:

- Etapa de extracción de las materias primas
- Etapa de fabricación de materiales y productos
- Etapa de diseño de la edificación
- Etapa de construcción de la edificación
- Etapa operacional, uso de la edificación
- Etapa de demolición
- Etapa de disposición final
- Etapa de gestión para valorización

Cabe mencionar que entre cada una de las etapas iniciales se involucra transporte de materiales y productos, posteriormente se transportan residuos/recursos a disposición final y/o valorización. El transporte es un factor importante que considerar debido a que recorridos de largas distancias incrementan los costos de logística como también los impactos ambientales asociados.

La etapa de valorización surge como alternativa a la disposición final de la economía lineal, es la clave para mantener los recursos en circulación mediante la transformación de los residuos como materia prima secundaria para fabricar

nuevos materiales o productos.



Fuente: https://blog.deltoroantunez.com/2024/calculo-ciclo-vida-construcción.html

Figura 2.4 Ciclo de Vida de la Edificación

La valorización puede realizarse mediante su prevención, reutilización, reciclaje, valorización energética de acuerdo con la jerarquía de residuos.

3.3 Estrategias de Economía Circular

Las estrategias de economía circular ofrecen rutas diversas pero complementarias para transformar los sistemas lineales de producción y consumo hacia modelos sostenibles, resilientes y eficientes en el uso de recursos. La circularidad no se limita únicamente a la gestión de residuos o reciclaje, sino que abarca todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto, desde su concepción y diseño hasta su desconstrucción, impulsando la innovación, la eficiencia y la regeneración de valor en cada fase.
En este sentido, la economía circular integra temáticas y enfoques ya conocidos por el sector construcción, tales como el ecodiseño, la eficiencia energética, la construcción industrializada, la gestión eficiente del agua y la planificación de mantenimiento, pero los reinterpreta bajo una lógica sistémica orientada a cerrar los flujos de materiales, energía e información.
Existen múltiples marcos y estrategias reconocidos internacionalmente que orientan la transición hacia la circularidad. Entre ellos destacan:

- El marco de las “9R” (*Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover*), desarrollado por especialistas de la Unión Europea, que clasifica distintas tácticas para conservar el valor de los materiales y extender su vida útil dentro del sistema

productivo.

- Los tres principios de la Ellen MacArthur Foundation: eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño, mantener productos y materiales en uso al más alto valor, y regenerar los sistemas naturales.

Estas estrategias, entre muchas otras que emergen en la práctica internacional, permiten al sector construcción avanzar desde una visión lineal de "usar y desechar" hacia una lógica regenerativa, donde cada decisión técnica y de gestión contribuye a prolongar el valor de los recursos, reducir impactos ambientales y generar beneficios económicos y sociales.

En la siguiente tabla se sintetizan ejemplos de estrategias circulares aplicadas al ciclo de vida de la construcción, desde el diseño y planificación hasta la operación y desconstrucción, ilustrando cómo cada etapa ofrece oportunidades concretas para aplicar los principios de circularidad.

Tabla 2.1 Estrategias de Economía Circular según etapa del ciclo de vida de la construcción

Etapa del ciclo de vida	Estrategias de Economía Circular aplicables	Ejemplos y aplicaciones prácticas
1. Diseño y planificación	Diseño circular y ecodiseño	Aplicación de criterios de modularidad, flexibilidad y desmontabilidad; selección de materiales reciclables o reutilizables; planificación de mantenimiento y fin de vida desde etapas tempranas. Ejemplo: Uso de BIM para simular escenarios de desmontaje y recuperación de materiales.
	Desmaterialización	Reducción de materiales mediante diseño eficiente, optimización estructural y digitalización. Ejemplo: Reemplazo de planos físicos por modelos digitales integrados en BIM, o diseños livianos que requieren menos recursos.
	Optimización de recursos y eficiencia energética	Diseño bioclimático, elección de materiales locales de bajo impacto, incorporación de energías renovables y estrategias pasivas de climatización.

2. Construcción y montaje	Construcción industrializada y modular	Fabricación off-site de elementos prefabricados que reducen residuos, tiempo y consumo energético en obra. Ejemplo: paneles prefabricados o estructuras modulares reutilizables.
	Gestión circular de materiales	Implementación de planes de gestión de residuos (PGR) orientados a la valorización, separación en origen y trazabilidad de materiales. Ejemplo: reutilización de pallets, moldajes o encofrados.
	Logística circular	Coordinación de transporte y acopio para minimizar desplazamientos y optimizar cargas. Ejemplo: logística inversa para retornar materiales sobrantes o reutilizables a proveedores.
3. Operación y mantenimiento	Extensión de vida útil y mantenimiento predictivo	Programas de mantenimiento preventivo basados en monitoreo digital (sensores, IoT) que evitan fallas y alargan la vida útil de componentes.
	Modelos de negocio circulares	Implementación del modelo “producto como servicio” (PaaS) en sistemas de iluminación, climatización o mobiliario, donde el proveedor conserva la propiedad y gestiona su reparación o reposición.
	Eficiencia en el uso de recursos	Monitoreo del consumo de agua, energía y materiales; uso de plataformas digitales para optimizar recursos durante la operación.
4. Deconstrucción y valorización	Diseño para desmontaje (DfD)	Aplicación de soluciones que facilitan el desarme, clasificación y recuperación de componentes al término de la vida útil del edificio.
	Reutilización y remanufactura	Recuperación de elementos estructurales, terminaciones o equipamientos para reincorporarlos en nuevos proyectos. Ejemplo: reutilización de puertas, luminarias o cerámicos.

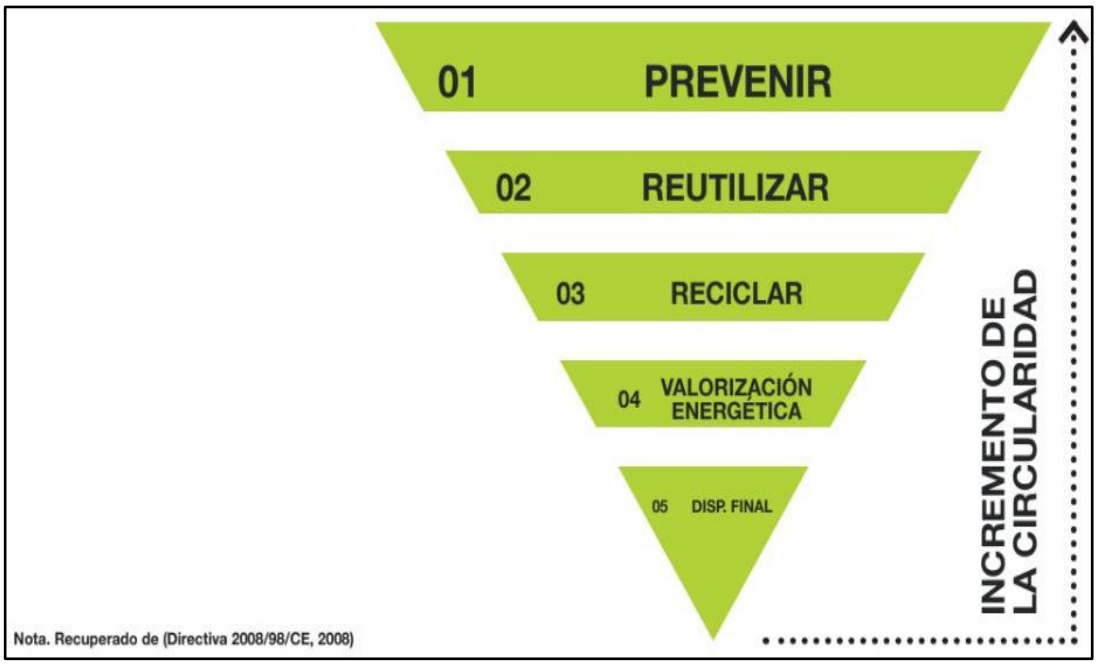
	Reciclaje y recuperación energética	Separación y reciclaje de materiales inertes (hormigón, metales, vidrio, madera) o valorización energética de residuos no reciclables. Ejemplo: reciclaje de áridos provenientes de demolición.

Fuente: Elaboración propia en base a Ellen MacArthur Foundation, Grow Circular EU, NCh 3835 a 3841 en desarrollo, ISO59004:2024

3.4 Indicadores de Circularidad

El modelo de economía circular promueve la circularidad de los recursos. La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) creó el documento técnico "Indicadores para la jerarquía de tratamiento de RCD y Casos de Circularidad" (CDT, 2024), el cual establece indicadores de circularidad de acuerdo con la jerarquía de residuos, aportando con métricas para medir y comparar estrategias de circularidad. Los conceptos de la jerarquía de tratamiento de RCD de exponen a continuación (CDT, 2024):

1. **Prevención:** acciones que permitan de forma anticipada que un recurso se convierta en residuo, con el propósito de reducir la generación de residuos, reutilización del residuo como recurso, extender la vida útil del recurso, disminuir los impactos negativos al medio ambiente y la salud humana, y minimizar la contaminación de materiales y productos.
2. **Reutilización**: acciones que habiliten la reutilización del residuo con el mismo uso original o uno nuevo.
3. **Reciclaje:** toda acción de valorización del residuo, es decir, la transformación del residuo a un nuevo material, producto o sustancia, con el fin original o uno nuevo.
4. **Valorización energética:** toda acción de valorización que tenga como finalidad su uso como combustible u otros mecanismos para generar energía.
5. **Eliminación o disposición final:** cualquier acción que implique no implique prevención, reutilización, valorización o valorización energética.



Fuente: Documento técnico “Indicadores para la jerarquía de tratamiento de RCD y Casos de Circularidad” (CDT, 2024)

Figura 2.5 Esquema jerarquía de residuos

Esta propuesta de indicadores de circularidad fue aplicada a tipos de materiales/residuos, tales como: hormigón, madera, plásticos, cartón, papel y metales, ejemplificando su aplicación en casos nacionales e internacionales con la finalidad de guiar al sector a implementar estrategias de circularidad medibles y concretas (CDT, 2024). En este documento se muestra la Tabla de indicadores y a modo ilustrativo se cita un caso por indicador, para conocer todas las aplicaciones se recomienda consultar la guía técnica.

Tabla 2.2 Propuesta de indicadores según jerarquía (con algunas fichas representativas)

Etapa		Nombre indicador propuesto	Unidad propuesta	Nombre del estudio asociado	Año estudio	Implicancia en cadena de valor
Prevención	**a**	N° de partidas que incorporen diseño inteligente (Industrialización, prefabricación, estandarización, construcción modular)	N° de partidas	Leading the transition [Action plan for circular economy in Portugal: 2017-2020]	2017	• Proveedor y Manufactura • Inmobiliaria, Arquitectura y Especialidades • Transporte • Constructoras, Contratistas y Demolición • Otras industrias
	b	m^2 Rehabilitados v/s m^2 totales del proyecto	m^2 Rehabilitados / m^2 totales	Propuesta	2023	
	c	Reducción de CO2 asociados al consumo de materiales	%	Basque Country Circular Economy Strategy 2030	2019	
	d	Contenido reciclado en el uso de materiales v/s cantidad total del uso de materiales	%	Circular Economy Procurement implementation Plan and Framework	2018	
Reutilización	**e**	Materiales reutilizados v/s residuos de construcción y demolición (RCD) generados	%	Galician Strategy of Circular Economy 2019-2030	2019	Proveedor y Manufactura Transporte Inmobiliaria, Arquitectura y Especialidades Constructor

						as, Contratistas y Demolición Otras industrias
Reciclaje	**f**	RCD enviados a reciclaje v/s RCD generados	%	Roadmap of the circular economy of North Karelia	2019	Proveedor y Manufactura Transporte Constructoras, Contratistas y Demolición Gestores de residuos Otras industrias
Valorización energética y disposición final	**g**	RCD enviados a valorización energética v/s total de RCD generados	%	Propuesta	2023	Gestores de residuos Transporte Otras industrias
	h	RCD enviados a disposición final v/s m^2 construidos	m^3/m^2	Manual de gestión de residuos de construcción y demolición. Detalles de implementación, Chile	2023	Constructoras, Contratistas y Demolición Gestores de residuos Transporte

Fuente: (CDT, 2024) Elaboración propia adaptado del Inventario de indicadores de Economía Circular de la Organization for Economic Co-operation and Development. (OECD, 2020)

Cont. Tabla 2.2 Propuesta de indicadores según jerarquía (con algunas fichas representativas)

a	**INDICADOR ASOCIADO** N° de Partidas que incorporen diseño inteligente (Industrialización, prefabricación, estandarización, construcción modular)	**NOMBRE DEL CASO** **Empresa Baumax**	**PAÍS** 
PREVENCIÓN		La Empresa Baumax utiliza un sistema de construcción robotizada y de impresión 3d en hormigón armado con tecnología proveniente de Alemania que vincula el desarrollo del proyecto directamente con el sistema BIM. El sistema, rápido y de calidad controlada, permite reducir en un 30% los tiempos de construcción (en un día se pueden producir 6 casas de 140 m² y cada una de ellas, se puede montar en 3 días). Asimismo, genera un ahorro de 50% en mano de obra, y posee características eco amigables, ya que reduce en un 65% los escombros disminuyendo la contaminación ambiental. Hoy registra un n° de 36 proyectos y construidos bajo este sistema en Chile.	**ACTORES PRINCIPALES**  **Más información**

b	**INDICADOR ASOCIADO** m² Rehabilitados v/s m² totales del proyecto	**NOMBRE DEL CASO** **Corso Karlin**	**PAÍS** 
PREVENCIÓN		Edificio rehabilitado por el taller de Arquitectura de Ricardo Bofill. El cual busca recuperar la estructura de un antiguo edificio industrial donde se producían calderas de chapa, transformándolo en un nuevo centro de oficinas que restaura y recupera su base para preservar el valor histórico. El edificio Corso Karlin, fue construido en 1980 y hoy forma parte del plan de modernización del complejo industrial. Superficie Bruta: 7.000 m²	**ACTORES PRINCIPALES**  **Más información**

c

INDICADOR ASOCIADO
% Reducción de CO_2 asociado al consumo de materiales.

NOMBRE DEL CASO
Certificación FSC

PAÍS

ACTORES PRINCIPALES

PREVENCIÓN

FSC Chile (Forest Stewardship *Council*) es una asociación gremial que reúne a actores comprometidos con la promoción y manejo responsable de los bosques y plantaciones. Es una entidad de certificación que evalúa las operaciones de manejo forestal y cadena de custodia en relación a los estándares sociales y ambientales del mercado.
La Certificación FSC de Proyectos, verificada por entidades de certificación independientes, permite asegurar la procedencia sostenible de todos los materiales de origen forestal empleados como la madera y el corcho.

Más información

d

INDICADOR ASOCIADO
% de Contenido reciclado en el uso de materiales v/s cantidad total del uso de materiales

NOMBRE DEL CASO
Peoples Pavillon

PAÍS

ACTORES PRINCIPALES

PREVENCIÓN



Los diseñadores de la oficina SLA y Overtreder W. en colaboración con Arup, realizan esta construcción de 250 m² con un 100% de materiales prestados, por proveedores, productores y de los propios residentes. En este diseño destaca el revestimiento fabricado a partir de plástico reciclado resultante de desechos domésticos recolectados por los residentes de Eindhoven, específicamente, botellas PET. Al clasificar los desechos plásticos por color, se logra producir una variedad de mosaicos diferentes, este uso de plástico reciclado subraya el potencial de la vinculación y participación activa de las comunidades como también el del mercado de la construcción circular como una alternativa sostenible.

Más información

e

INDICADOR ASOCIADO
% de Materiales reutilizados v/s residuos de construcción y demolición (RCD) generados

NOMBRE DEL CASO
Pabellón Japón

PAÍS

ACTORES PRINCIPALES

REUTILIZACIÓN



El Arquitecto Japonés Shigeru Ban es reconocido por utilizar materiales disruptivos para la construcción de obras efímeras o permanentes a partir de tubos de cartón reciclado y encontrar nuevas formas de aprovechamiento. En el pabellón de Japón de la Expo Hanover 2000, el arquitecto utiliza un total de 440 tubos de cartón de 12 centímetros de diámetro que se enlazan entre sí mediante cordones blancos. Esta metodología esta lejos de poder utilizarse en la edificación en altura como estructura permanente, pero existen diversas posibilidades para el diseño interior y espacios de menor escala.

Más información

f

INDICADOR ASOCIADO
% de RCD enviados a reciclaje v/s RCD generados

NOMBRE DEL CASO
SOREPA

PAÍS

ACTORES PRINCIPALES

RECICLAJE



SOREPA, se destaca en el sector de la gestión de residuos al ofrecer soluciones para el reciclaje de papel y cartón proveniente de la industria de la construcción. SOREPA se dedica a garantizar el correcto uso y destino de los residuos de papel y cartón generados en esta industria, promoviendo la reutilización de estos materiales valiosos. La empresa trabaja en estrecha colaboración con la industria de la construcción para entender sus requerimientos específicos en cuanto al manejo de residuos y establece una cadena de suministro eficiente y efectiva para la recolección, entregando implementos para el acopio y clasificación de los residuos de papel y cartón para posteriormente someterlos a procesos de reciclaje avanzados, donde se transforman en nuevos productos y se reintegran en el ciclo productivo.

Más información

g

INDICADOR ASOCIADO
% de RCD enviados a valorización energética v/s total de RCD generados

NOMBRE DEL CASO
Recupac y CMIRS el Teniente

PAÍS

ACTORES PRINCIPALES

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA



El Centro de manejo de Residuos Industriales del sector minero "El teniente" hace una alianza con la empresa Recupac, quien, posterior a la trituración de la madera proveniente de trabajos de construcción y restos de embalajes, lo traslada hasta la planta de Energía Pacifico en San Francisco de Mostazal, así, este residuo, ahora en calidad de biomasa, alimenta el incinerador que lo transforma en energía eléctrica utilizada para la fabricación de papel reciclado y el consumo eléctrico por un año de 2.239 casas.

Más información

Nota: No se recomienda la combustión de madera que tenga aditivos, porque puede tener emisiones tóxicas. Por ejemplo, madera impregnada con CCA que libera arsénico.

3.5 Sobre BIM y Economía Circular

La integración de los principios de la economía circular (EC) en la industria de la construcción, facilitada por el Building Information Modeling (BIM), ha ganado atención en los últimos años. Este acercamiento tiene como objetivo mejorar la sostenibilidad promoviendo la reutilización, el reciclaje y la gestión eficiente de los materiales de construcción.

a) **Rol de BIM** en la economía circular:

- Gestión de datos: BIM proporciona información detallada sobre la composición de materiales en las edificaciones, lo cual es relevante para la reutilización y el reciclaje eficiente de materiales[16] . Se utilizan modelos digitales que facilitan estrategias sostenibles de fin de vida y pasaportes de materiales[17].

- Evaluación del ciclo de vida (ACV): BIM integrado con ACV ayuda a evaluar los impactos ambientales de los materiales en diferentes etapas del ciclo de vida, promoviendo así la sostenibilidad[18,19]. Esta integración permite realizar evaluaciones de impacto en tiempo real y apoya la toma de decisiones en las primeras fases de diseño.

- Herramientas y marcos de trabajo: Varios estudios han propuesto herramientas para potenciar la aplicación del BIM en la construcción circular. Por ejemplo, la base de datos CirBIM tiene como objetivo mejorar la recuperación de materiales a lo largo del ciclo de vida de un edificio[20] . Otro estudio muestra el desarrollo de un método para acelerar la creación de modelos BIM georreferenciados, mejorando el análisis del stock de materiales[17].

---

16 Accelerating circular cities with semi-automatic building information modeling for existing buildings. Triantafyllidis G., Müller D.B., Wellinger S., Huang L. (2025), 514, art. no. 145783, Journal of Cleaner Production, 2025

17 Enhancing Life Cycle Costing (LCC) in Circular Construction of Buildings by Applying BIM: A Literature Review. Alasmari E., AlJaber A., Martinez-Vazquez P., Baniotopoulos C., Libro: Springer Tracts in Civil Engineering, 2024

18 Integrating Building Information Modeling and Life Cycle Assessment to Enhance the Decisions Related to Selecting Construction Methods at the Conceptual Design Stage of Buildings. McNeil-Ayuk N., Jrade A., Sustainability (Switzerland), 2025

19 Environmental Benefits of Digital Integration in the Built Environment: A Systematic Literature Review of Building Information Modelling–Life Cycle Assessment Practices. Tosi, J., Marzio, S., Poggi, F., Avgoustaki D., Amado, M. Buildings, 2025 (Journal)

b) Desafíos y barreras:

- Problemas de datos e interoperabilidad: Los datos insuficientes y los métodos inconsistentes inhiben todo el potencial de BIM en las evaluaciones de circularidad[20]. La creación de modelos BIM para edificios existentes sigue siendo costosa y laboriosa[16].

- Conciencia y voluntad de las partes interesadas: La adopción de los principios de EC a menudo se ve obstaculizada por la falta de conciencia y voluntad entre las partes interesadas[21,22]. La rentabilidad y el almacenamiento de materiales reutilizables también son desafíos importantes[22].

c) Beneficios y potencial:

- Indicadores de sostenibilidad: BIM puede tener un impacto significativo en los indicadores de sostenibilidad, como las tasas de reciclaje, la reducción de residuos y las emisiones de CO2[23,24]. También apoya el desarrollo de nuevos modelos de negocio dentro de una cadena de valor circular[22].

- Eficiencia en diseño y construcción: BIM facilita el diseño para la deconstrucción, la adaptabilidad y la flexibilidad, que son principios básicos de EC[25]. También mejora la eficiencia de la gestión de proyectos de construcción al integrar el diseño sostenible y los principios de EC[23,26].

d) Enfoque regional y sectorial:

- Tendencias globales: En los últimos 5 años, la adopción de EC en la construcción es una tendencia global, con importantes esfuerzos de investigación e implementación en Europa, Taiwán y Egipto[21].

---

[20] A Bridging the gap - A database tool for BIM-based circularity assessment, Göswein V., Carvalho S., Lorena A., Fernandes J., Ferrão P. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022

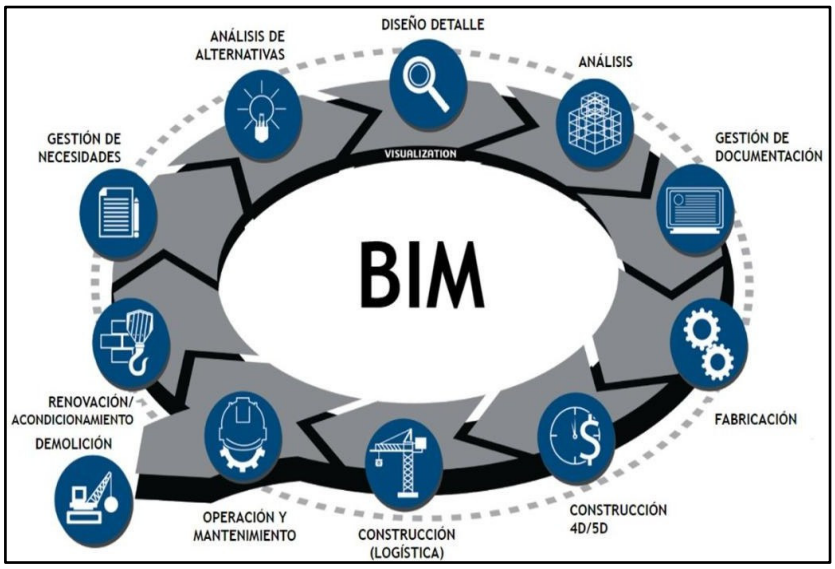
[21] A Preliminary Case Study on Circular Economy in Taiwan's Construction, Chang, Y.-T., Hsieh, S.-H. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019

[22] Digital information management to increase the reuse of building materials, Foyn T.B., Fahlstedt O., Bohne R.A. Journal of Physics: Conference Series, 2023

[23] Sustainable Design and Building Information Modeling of Construction Project Management towards a Circular Economy, Mandičák T., Spišáková M., Mésároš P. Sustainability (Switzerland) , 2024

Por ejemplo, el proyecto SECClasS en Portugal tiene como objetivo desarrollar un sistema de clasificación de información de construcción optimizado para la sostenibilidad[27].

- Aplicaciones sectoriales: La industria de la construcción está explorando varias aplicaciones de BIM en EC, incluida la construcción modular, la impresión 3D y la prefabricación[18]. Estos métodos se evalúan por su desempeño ambiental y su potencial para reducir el consumo de recursos[18,19].



Fuente: https://www.linkedin.com/pulse/el-ciclo-de-vida-en-las-infraestructuras-francisco-carmona/

Figura 2.6 Ciclo de Vida en Infraestructura con Enfoque en Economía Circular

En la figura anterior, a modo de reseña, se observa esquemáticamente el uso y beneficio que tiene BIM en el ciclo de vida de una infraestructura.

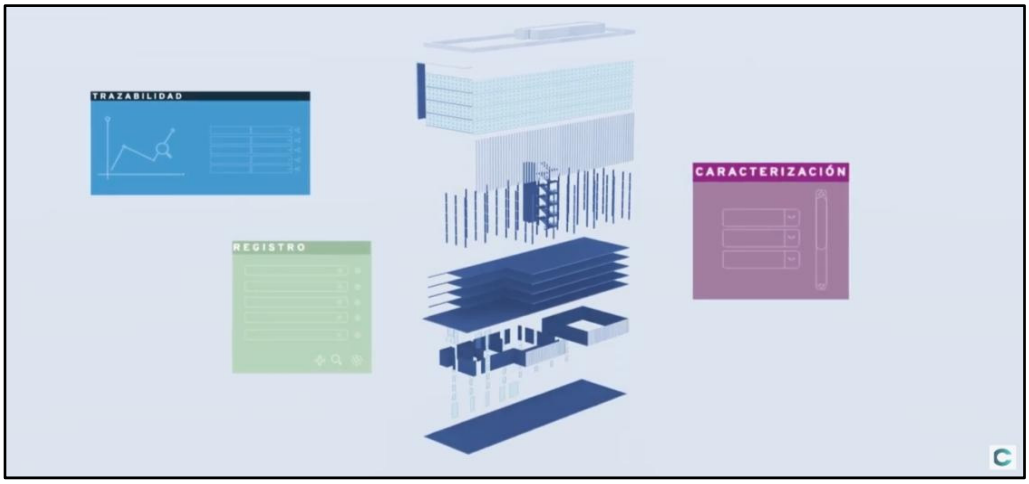
[24] The Building Information Modelling Through Information Technology and Impacts on Selected Circular Economy Performance Indicators of Construction Projects, Behúnová A., Mandičák T., Behún M., Mésároš P. Mobile Networks and Applications, 2024

[25] Life Cycle Cost in Circular Economy of Buildings by Applying Building Information Modeling (BIM): A State of the Art, AlJaber A., Alasmari E., Martinez-Vazquez P., Baniotopoulos C. Buildings, 13(7), 1858 2023 (Journal)

[26] The Role of BIM in Sustainable Construction Project Delivery Methods With Focus on Circular Economy, Nourjalili S., Forouzannia F. Engineering Reports, 2025

3.6 Pasaporte de materiales

Como una forma de integrar el desempeño ambiental de materiales, productos y edificaciones existe la herramienta “Pasaporte de Materiales” que tiene por objetivo informar sobre diversos atributos de sostenibilidad ambiental de una manera clara y basada en el análisis de ciclo de vida. En Chile, en el año 2023 el Centro Tecnológico para la Innovación (CTEC) y Chile Green Building Council (Chile GBC) lanzaron una plataforma online inédita en el país y Latinoamérica denominada “Pasaporte de materiales y activos sostenibles P+”, la cual provee de información técnica sobre aspectos de impacto ambiental, toxicidad y circularidad. La plataforma permite registrar esta información para todos los materiales, productos y componentes de una edificación, facilitando el entendimiento sobre el desempeño de los materiales y de los bienes inmuebles en su conjunto. El uso de los pasaportes de materiales tiene como objetivo promover la selección informada, que se puede vincular a BIM, tendiendo a escoger los recursos con mejor desempeño, fomentando la regeneración de los ecosistemas, disminuir las emisiones contaminantes y transparentar el potencial de daño de componentes químicos, minimizando el impacto ambiental y social.



Fuente: (CTeC, 2023)

Figura 2.7 Despiece de una edificación identificando sus componentes, permitiendo el registro, caracterización y trazabilidad de materiales, productos y componentes.

[27] Experience In The Field Of Sustainability Enhanced Construction Classification System

Lima R., Salvado F., Silva M.J.F., Couto P., Wit Transactions on the Built Environment, 205, pp. 15–24, 2021 (Conference Paper)

El registro, evaluación y disposición de atributos de circularidad permitirá proveer de un inventario de materiales y productos para estimar el desempeño ambiental de las edificaciones de acuerdo con la selección de ellos, teniendo indicadores de desempeño. A su vez permitirá construir un inventario de edificios siendo bancos de materiales para el futuro logrando conocer su trazabilidad. La selección de materiales, productos y componentes en la plataforma se divide en cinco partidas: obra gruesa, envolvente-cristales, tabiquería-particiones, techos-cubiertas y terminaciones (CTeC, 2025).

Algunos de los beneficios del uso de los Pasaportes de Materiales son (CTeC, 2023):

a) Aumentar el valor de los materiales, productos y componentes en el tiempo.
b) Facilitar la selección de materiales circulares con información técnica y verificable.
c) Favorecer la logística inversa y la devolución de materiales, productos y componentes.
d) Fomentar la creación y desarrollo de materiales con mejor desempeño ambiental.
e) Promover la gestión sostenible de activos inmobiliarios durante la operación y mantenimiento.
f) Facilitar la reutilización de materiales, productos y componentes al término de su vida útil.

Actualmente, la plataforma es una innovación en la industria y tiene un alto potencial de impacto en la gestión sostenible de activos inmobiliarios, se espera que en el año 2026 se habilite para su uso masivo.

3.7 Deconstrucción

Con la lógica de la construcción circular, se debieran incluir métodos nuevos y mejorados, y servicios innovadores que puedan llevar a una reducción neta en el uso de recursos y a minimizar los residuos eliminados en los vertederos. En este contexto, un papel importante en la circularidad de las edificaciones es la "deconstrucción", que se entiende como un desmantelamiento selectivo bien pensado de los componentes del edificio, en previsión de una futura reutilización, o reciclaje.

De este concepto emerge el "Diseño para la Deconstrucción" (DfD), con el objetivo de diseñar estructuras desde su inicio para permitir futuros cambios y la deconstrucción de componentes y materiales, incluyendo disposiciones para la reutilización y el reciclaje de componentes de edificios tras su desmantelamiento[28].

En DfD, cada edificio se ve como un depósito de recursos que, al final de su ciclo de vida, en lugar de acabar en un vertedero, deberían volver al concepto de "reducir–reutilizar–reciclar" o escalar a las 9R como se ha visto en este trabajo.

Después, debería seguir un "plan de deconstrucción" para asegurar que los procesos de construcción permitan que las actividades de desmantelamiento tengan éxito. Entre los diversos documentos producidos, el "Pasaporte de Materiales", una lista de elementos de construcción y cómo se reutilizan, recuperan o reciclarán mejor en un mercado de materiales cambiantes, es probablemente el más conocido (ver punto 3.6).

El Pasaporte de Materiales permite describir las características de los elementos de un edificio, por ejemplo, incluyendo una descripción completa de todos los productos (ventanas, puertas, escaleras, etc.), componentes (vigas de acero, paneles de vidrio, etc.) y materias primas (madera, acero, etc.) presentes en el edificio, con el objetivo de proporcionar valor para la recuperación, reciclaje y reutilización de las partes mencionadas tras su desmantelamiento. En este sentido, se definieron iniciativas y regulaciones dese más de 10 años, a nivel europeo. En 2014, la Comisión Europea promovió la reducción del uso de recursos a lo largo del ciclo de vida del edificio mediante el uso de estrategias de desmantelamiento y la reutilización y reciclaje de productos y materiales destinados a vertederos. Mencionando al sector de la edificación y la construcción como una de las cinco áreas prioritarias en las que se basa la aplicación de estrategias circulares. Ya, en 2020, la Comisión Europea redactó el segundo "Plan de Acción de la UE para la Economía Circular", que ofrece una agenda orientada al futuro para lograr "una Europa más limpia y competitiva", que presenta un conjunto de iniciativas interrelacionadas para establecer un marco coherente de políticas de productos que permita que productos, servicios y modelos de negocio sean sostenibles, transformando los patrones de consumo para que no se genere ningún residuo en primer lugar. El Plan de Acción de la UE establece el sector de la construcción como prioridad y promueve los principios de circularidad a lo largo de todo el ciclo de vida de los edificios, con especial atención a los residuos de construcción y demolición.

Para efecto de introducción a este concepto, cabe mencionar que hay varios

factores que influyen en el diseño para la deconstrucción, por citar algunos:

- Especificar materiales con mayor durabilidad
- Utilizar conexiones con tornillos/tuercas
- Evitar materiales tóxicos
- Minimizar la cantidad de elementos constructivos
- Diseño de construcción modular (vínculo directo con la construcción industrializada)
- Proveer de capacitación adecuada a personal que haga la operación

4. Estado del Arte de la Economía Circular en construcción

Con el paso de los años, el hablar de economía circular en el ámbito de la construcción se ha ido haciendo más común y pese a que falta aún falta camino por recorrer, en este acápite se muestra qué se está haciendo en la actualidad, especialmente en el tema regulatorio.

4.1 Leyes y Decretos

[28]Akinade, O.O.; Oyedele, L.O.; Ajayi, S.O.; Bilal, M.; Alaka, H.A.; Owolabi, H.A.; Bello, S.A.; Jaiyeoba, B.E.; Kadiri, K.O. Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. Waste Manag. 2017, 60, 3–13.

Tabla 2.3 Detalle de las leyes y decretos en EC, ámbito construcción

Nº y Nombre	Objetivo	Enfoque principal	Instrumentos clave
Ley 21.455 – Ley Marco de Cambio Climático (2022)	Alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones GEI al 2050.	Mitigación y adaptación al cambio climático.	Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), NDC, Planes Sectoriales y Regionales, MRV.
Ley 20.920 – Ley REP (2016)	Fomentar la gestión sustentable de residuos mediante la Responsabilidad Extendida del Productor.	Economía circular y valorización de materiales.	Planes de gestión, metas de recolección y valorización, Sistema SIDREP.
DS Nº 8/2019 – Reglamento de Neumáticos (Ley REP)	Regular metas y obligaciones de gestión para neumáticos.	Valorización y reciclaje de neumáticos fuera de uso.	Planes de gestión de productores, metas progresivas.
DS Nº 12/2020 – Reglamento de Envases y Embalajes (Ley REP)	Establecer metas de reciclaje para envases y embalajes domiciliarios y no domiciliarios.	Gestión diferenciada y trazabilidad de residuos.	Metas por material, obligación de productores, reportes anuales.
Ley 21.368 – Plásticos de un solo uso y botellas PET (2021)	Reducir residuos plásticos y fomentar la reutilización y reciclaje.	Sustitución de materiales, trazabilidad.	Sistema de Retorno de Envases, etiquetado de reciclabilidad.
Ley 21.100 – “Chao Bolsas Plásticas” (2018)	Eliminar la entrega de bolsas plásticas en el comercio.	Prevención de residuos.	Prohibición progresiva y fiscalización municipal.

Ley 21.305 – Eficiencia Energética (2021)	Mejorar eficiencia energética en industria, transporte y edificación.	Reducción de emisiones y consumo energético.	Planes de eficiencia, etiquetado, metas sectoriales, Agencia de Sostenibilidad Energética.
Ley 21.202 – Protección de Humedales Urbanos (2020)	Proteger humedales dentro del radio urbano y su biodiversidad.	Conservación y adaptación climática.	Declaratoria de humedales, gestión municipal, ordenanza local.

Nº y Nombre	**Objetivo**	**Enfoque principal**	**Instrumentos clave**
Ley 20.283 – Recuperación del Bosque Nativo (2008)	Promover el manejo sustentable del bosque nativo.	Conservación, biodiversidad y captura de carbono.	Fondo de Fomento Forestal, planes de manejo.
Ley 21.600 – Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (2023)	Crear un servicio único para gestionar áreas protegidas.	Conservación de biodiversidad.	Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Planes de Manejo.
Ley 19.300 – Bases Generales del Medio Ambiente (1994, reformada)	Establecer el marco general de protección ambiental.	Evaluación ambiental y regulación de impactos.	SEIA, Política Nacional del Medio Ambiente.
Ley 20.780 – Impuesto Verde (2014, reformada 2023)	Internalizar costos ambientales de las emisiones.	Instrumento económico para reducir emisiones.	Gravamen a CO_2, NOx, SO_2, MP; mecanismos de compensación.

Cont. Tabla 2.3 Detalle de las leyes y decretos en EC, ámbito construcción (Elaboración propia)

4.1 Normas de EC y Normas que sustentan su aplicación

Tabla 2.4 Detalle de normativa existente y en desarrollo EC, ámbito construcción

Nombre y Número Normas de EC	Tema principal	Relación con la Economía Circular
ISO 59004–59040 (2024–2025) – Circular Economy — Vocabulary, Implementation, Measurement and Data	Economía circular: principios, implementación y medición	Base internacional para evaluar circularidad y guiar la transición hacia modelos circulares
prNCh 3835–3841 (2024–2025) – Economía circular — Atributos e indicadores de circularidad	Atributos e indicadores para materiales, sistemas y ciudades	Primer marco chileno específico para medir circularidad en construcción
ISO 6707-1/2/3 (2020–2022) – Buildings and civil engineering works — Vocabulary	Terminología general, de contratos y sostenibilidad	Define lenguaje común para integrar criterios circulares en proyectos de construcción
ISO 21500:2021 – Project, programme and portfolio management — Context and concepts	Gestión de proyectos y programas	Facilita la integración de estrategias circulares en la planificación y ejecución de obras
ISO 14000 (varias, 2012–2023) – Environmental Management Systems	Gestión ambiental, huella hídrica, ecodiseño, comunicación ambiental	Permite medir, controlar y mejorar el desempeño ambiental y circular de proyectos

Nombre y Número Normas de EC	Tema principal	Relación con la Economía Circular
ISO 26000:2010 – Social Responsibility	Responsabilidad social organizacional	Integra sostenibilidad social y ambiental en la gestión empresarial
UNE 80312 / UNE-EN 15167 / UNE-EN 16783 (2024) – Normas UNE de construcción sostenible	Cementos con residuos, escorias, aislamiento con DAP	Referencias para valorización de residuos industriales aplicados a materiales
NCh-ISO 14001–14065 (2015–2021) – Sistemas de gestión ambiental	Gestión ambiental y verificación	Establece lineamientos de trazabilidad y certificación ambiental
NCh 3300 / NCh-ISO 14064–69 (2012–2021) – Gases de efecto invernadero – Cuantificación y verificación	Control de emisiones GEI	Aporta a metas de carbono neutralidad dentro del enfoque circular
NCh 3048–3049 / 3418–3423 / 3686 (2017–2022) – Sostenibilidad en la construcción	Indicadores y declaraciones ambientales de producto	Permite medir desempeño circular y ambiental de obras y materiales
NCh 3447 (serie 1–10, 2019–2020) – Edificios y activos construidos — Planificación de la vida útil	Gestión del ciclo de vida y durabilidad	Promueve extensión de vida útil y mantenimiento planificado (clave en EC)
NCh 3496 / 3512 / 3553 / 3671 (2018–2021) – Desempeño energético de edificios	Eficiencia energética y confort ambiental	Reduce consumo y emisiones durante el ciclo de vida de las edificaciones
NCh 3727 / 3562 / 3321 / 3376 (2013–2021) – Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)	Clasificación, trazabilidad y gestión de residuos	Fomenta valorización y reincorporación de materiales al ciclo productivo
NCh 3664 / 3402–3407 / 3614 / 3659 / 3849–3850 (2016–2025) – Materiales reciclados (plásticos, cauchos, áridos)	Caracterización y uso de materiales secundarios	Impulsa reciclaje, reutilización y trazabilidad de materiales circulares
prNCh 3795–3797 (en desarrollo) – Biomimética — Materiales, estructuras y optimización	Diseño y terminología biomimética	Promueve innovación circular inspirada en procesos naturales

Fuente: Documento 2: Levantamiento de Normas Técnicas existentes y en desarrollo que influyen en la aplicación de Economía Circular en Construcción, Comité EC IC (Instituto de la Construcción), 2025

Cont. Tabla 2.4 Detalle de normativa existente y en desarrollo EC, ámbito construcción

4.2 Estrategias

Tabla 2.5 Detalle de Estrategias a nivel nacional, ámbito construcción y otros

Nº y Nombre	Objetivo	Enfoque principal	Instrumentos clave	Responsable(s)
Estrategia Nacional de Economía Circular (2021)	Reducir en 25% los residuos sólidos al 2040 y aumentar el reciclaje al 65%.	Economía circular multisectorial.	Hoja de ruta circular, indicadores, metas sectoriales.	MMA, CORFO, Min Economía.
Estrategia de Sustentabilidad del Sector Construcción	Fomentar innovación y circularidad en la industria de la construcción.	Construcción sustentable y gestión de materiales.	Hoja de ruta 2030, indicadores de circularidad.	MINVU, CORFO.
Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde (2020)	Posicionar a Chile como líder en producción de hidrógeno bajo en emisiones.	Energía limpia y exportación sostenible.	Hubs territoriales, incentivos, certificación.	Ministerio de Energía, CORFO.

4.3 Instituciones Públicas

Dentro de las instituciones públicas nacionales que impulsan la economía circular se encuentran:

- **Ministerio de Obras Públicas (MOP):** Cuenta con una División de Infraestructura Sustentable y con un Departamento de Cambio Climático y Economía Circular que coordina el cumplimiento de sus políticas de sostenibilidad. Se encuentra implementando su “Política de Sostenibilidad con foco en infraestructura resiliente al cambio climático”, que incorpora lineamientos en economía circular, y su “Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Infraestructura 2025-2029”, que incluye mitigación con enfoque de economía circular entre sus objetivos.

  Estas acciones buscan que la construcción pública (infraestructura, obras) y su ciclo de vida tengan menor huella, mayor reciclaje, uso eficiente de materiales, y resiliencia climática. Es clave para “cerrar el ciclo” de materiales y pasar de lo lineal a lo circular.

- **Ministerio del Medio Ambiente (MMA)**: Se encuentra liderando el diseño normativo e institucional para poner en marcha la transición hacia EC. Es el mandante que encargó al INN la elaboración de las primeras 7 normas de economía circular en construcción. Es la entidad que define las metas de los Reglamentos que implementan la Ley REP, apoya la innovación y coordina con otros ministerios para que se implemente en sectores claves como construcción. Lidera programas públicos-privados con CORFO como Transforma Economía Circular y Territorio Circular, para fomentar producción sostenible, innovación, y emprendimientos circulares.

  Actúa como Socio Coejecutor del proyecto "Supporting the shift to a low-emission, circular construction in Chile", iniciativa de 4 años, financiada por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente y que busca acelerar el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile para el sector de la construcción y demolición, y otras políticas públicas en economía circular, 2030.

- **Ministerio de Economía / CORFO:** Se encuentra impulsando la implementación productiva e innovación de la economía circular, entregando fondos para que empresas, startups y regiones habiliten modelos circulares. Importante para generar oferta, tecnología, demostraciones prácticas.

  - Apoya la implementación y desarrollo de territorios circulares, es decir, facilita las intervenciones territoriales para que en ciertas regiones se implementen modelos circulares integrados.
  - Financia proyectos y emprendimientos circulares, programas de innovación abierta, ecodiseño, negocios circulares.
  - Ha lanzado "retos de innovación" con foco en EC, incluyendo uno específico para el sector construcción, para pilotaje y escalamiento de tecnologías que reduzcan pérdidas de recursos.
  - Participa de la Mesa Ejecutiva para la Productividad de Economía Circular (Mesas MEP), trabajo conjunto entre Ministerio de Economía y CORFO, para resolver trabas productivas que impiden el crecimiento de la EC. Corfo y el BID evaluaron la experiencia de las **Mesas Ejecutivas para la Productividad (MEP)**. Las MEP fueron creadas en 2022 para identificar y resolver trabas que afectan sectores estratégicos de la economía. Lo que ha permitido avances en trazabilidad de la madera, gestión de residuos, permisos

para eventos masivos, construcción hospitalaria y mejoras en el turismo. Existen 9 mesas activas en áreas como construcción, economía circular, manufactura, alimentos y pequeña minería, integrando actores públicos y privados bajo reglas claras de colaboración. El modelo, parte de la Agenda de Productividad del Gobierno y financiado por el programa Desarrollo Productivo Sostenible, ha mostrado resultados iniciales positivos. Aunque aún no se mide impacto global, las MEP se consolidan como una herramienta eficaz para fortalecer la productividad y la relación público-privada en Chile y América Latina.

- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU):** Influye en vivienda, urbanismo y ordenamiento territorial. Sus Comisiones Regionales de Construcción Sustentable (Corecs), bajo liderazgo de Seremis de Minvu y Serviu, están implementando acciones en residuos de construcción, cuantificación, diagnóstico local y difusión normativa.

4.4 Entidades impulsoras de la EC en Chile

En el ecosistema de construcción sustentable en Chile se destacan entidades gremiales y privadas que impulsan la EC mediante diversas iniciativas y/o proyectos mediante el trabajo colaborativo y el fortalecimiento de la cadena de valor promoviendo empresas y entidades que habilitan la EC en el país.

- **CChC (Cámara Chilena de la Construcción)**: Asociación gremial del sector construcción a nivel nacional fundada en 1951, agrupa a diversos actores de la cadena de valor, tales como constructoras, inmobiliarias, proveedores, productores e instaladores de especialidades, profesionales, académicos y personas naturales. En su rol, la sostenibilidad ambiental es uno de sus ejes de acción, promoviendo la transición hacia una EC en la construcción en Chile. En el año 2020 luego de la publicación de la Hoja de Ruta de RCD economía circular 2035 (Construye2025, 2020) y la Hoja de Ruta para un Chile circular al 2040 (MMA, 2021), la CChC en un convenio de colaboración con el Instituto de la Construcción y Construye2025 realizan un diagnóstico de la EC

en la industria en el año 2020, del cual surge una propuesta de Estrategia de Economía Circular en la Construcción (2021-2025).

Se destacan iniciativas que han propiciado diversas alianzas público-privadas, integración de la academia y otros actores relevantes en proyectos estratégicos, involucrando a empresas privadas en retos de EC, promoción del programa de capacitaciones y herramientas Compromiso Pro, y el acompañamiento en mejorar el desempeño de empresas con el Sello Pro. A su vez, la CChC promueve fuertemente la adopción de industrialización mediante la implementación de Métodos Modernos de Construcción (MMC), el uso de herramientas digitales como Building Information Modelling (BIM) o Better Information Management (BIM) contribuyendo a una construcción más circular.

CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico): Es una corporación privada de la CChC creada en 1989, la cual contribuye al sector construcción promoviendo la innovación y transferencia tecnológica, su propósito es "ser el motor de desarrollo y articulador de la productividad y la sostenibilidad ambiental de la Industria a través de la Cámara Chilena de la Construcción". En ese contexto, la CDT articula diversos actores del sector y facilita la adopción de nuevas tecnologías y metodologías. La transferencia tecnológica se evidencia mediante la realización de estudios, documentos técnicos y facilita la transferencia de conocimiento sobre sostenibilidad ambiental, construcción industrializada y productividad (CDT, 2025).

Programa Construye2025: este es un programa impulsado por Corfo para "transformar al sector construcción desde la productividad y la sustentabilidad, para lograr un desarrollo nacional impactando en forma positiva en los ámbitos social, económico y medioambiental". Creado en el año 2015, se ha posicionado como un referente estratégico que mediante la articulación de actores del sector público, privado y academia empuja la transformación de la industria con mirada a largo plazo, apoyando iniciativas innovadoras, cambios normativos, culturales para una mayor productividad y sustentabilidad del sector (Construye2025, 2025a). El programa Construye2025 fue el impulsor de la Hoja de ruta de RCD economía circular 2035, posicionando el modelo de la economía circular como oportunidad para enfrentar la problemática de disposición final de los residuos de construcción y demolición (RCD) (economía lineal) fijando metas de cumplimiento al 2035. Desde entonces ha contribuido significativamente en la transición hacia la EC en la industria.

CTEC (Centro Tecnológico de la Construcción): este es un centro tecnológico impulsado por Corfo con el propósito de contribuir a la

transformación de la industria, aportando con transferencia tecnológica, pilotaje de tecnologías, vinculación de actores de la cadena de valor que permitan mayor productividad, competitividad y sustentabilidad. La innovación mediante la incorporación de industrialización en los procesos constructivos ha sido uno de los aportes más significativos a la industria con casos reales de aplicación, la cual permite por la planificación y prefabricación en ambientes controlados, el uso eficiente de los recursos y mínima generación de residuos (Construye2025, 2025). Las diversas técnicas de industrialización se han estandarizado para facilitar su adopción, bajo la denominación de Métodos Modernos de Construcción (MMC), un sistema de clasificación de estrategias de industrialización. CTEC publicó La Guía de Métodos Modernos de Construcción (MMC) es una referencia clave para la clasificación y adopción (CTEC, 2024).

5. Casos de éxito, descripción y análisis de buenas prácticas

A continuación, se presentan ejemplos reales donde distintos actores del rubro han incorporado estrategias circulares en etapas específicas del ciclo de vida de sus proyectos. Algunos casos muestran cómo decisiones tempranas de diseño permiten reducir residuos desde el origen; otros ilustran procesos de desconstrucción que recuperan materiales con alto valor; y varios reflejan cómo, durante la operación y el mantenimiento, es posible optimizar el uso de recursos y minimizar los impactos ambientales.

Estos casos evidencian que la economía circular no es un ideal lejano, sino una práctica alcanzable cuando se combinan diseño consciente, ingeniería rigurosa, planificación adecuada y compromiso de las organizaciones. Cada experiencia, con sus desafíos y aprendizajes, demuestra que avanzar hacia sistemas más eficientes y sostenibles es posible y necesario.

5.1 Casos de Éxito

Etapa de diseño (etapas tempranas)
Estrategias típicas de esta etapa son la industrialización, prefabricación, estandarización, reducción en origen, planificación temprana, eficiencia en uso de materiales.

Caso 1: Plan de Gestión de Residuos en un Proyecto Habitacional

En este proyecto habitacional de 4.070 m², la constructora decidió desde las primeras etapas de diseño incorporar un plan de gestión de residuos y un

sistema constructivo basado en paneles planos prefabricados. De los metros totales, 3.258 m² se ejecutaron mediante montaje en terreno, lo que permitió alcanzar un coeficiente de generación de residuos excepcionalmente bajo: 0,033 m³/m², frente al promedio nacional de 0,26 m³/m².

La estrategia de economía circular se aplicó en la etapa de diseño, integrando industrialización de componentes, prefabricación y gestión de residuos, buscando optimizar materiales, minimizar residuos reutilizar o valorizar los residuos generados. Esto implicó coordinación interdisciplinaria, análisis estructural, evaluación económica y preparación de obra para recibir los paneles.

La fabricación en planta permitió optimizar el uso de materiales, reducir pérdidas y valorizar un 14 % de los residuos generados.

Desde la ingeniería, este caso evidencia buenas prácticas como la gestión eficiente de materiales durante la producción y el montaje, simulaciones estructurales que garantizan seguridad con menor uso de recursos, innovación en procesos constructivos industrializados y análisis de eficiencia para reducir costos y tiempos. La colaboración entre arquitectos, ingenieros civiles, industriales, ambientales y constructores permitió integrar diseño, sostenibilidad y calidad constructiva.

Caso 2: Paneles Prefabricados en C Torres de 5 Pisos

En este proyecto, la constructora definió desde el diseño el uso de paneles planos prefabricados para levantar seis torres de cinco pisos. Gracias a esta decisión, se logró reducir significativamente los residuos de construcción generados: 0,05 m³/m² en etapa de prefabricación en planta industrializadora y 0,15 m³/m² en obra, lo que representa una reducción de aproximadamente 66 % respecto del coeficiente promedio nacional de 0,26 m3/m2.

La estrategia circular se implementó en etapa temprana de diseño, donde se planificaron procesos de producción, logística de montaje, estandarización de componentes y selección de materiales . La prefabricación permitió disminuir pérdidas de materiales, mejorar los tiempos de construcción y establecer un modelo replicable para futuros proyectos.

Las buenas prácticas de ingeniería incluyeron simulaciones estructurales para asegurar el desempeño de los paneles, optimización de procesos de corte y fabricación, planificación para reutilización o reciclaje de sobrantes, y análisis económico del ciclo completo. El trabajo interdisciplinario permitió integrar diseño arquitectónico, ingeniería estructural y gestión ambiental en un proceso

constructivo más limpio y eficiente.

Caso 3: Escaleras Prefabricadas y Mallas Electrosoldadas en 3 Torres de 4 pisos

En este proyecto habitacional se incorporó el uso de escaleras prefabricadas y mallas electrosoldadas como parte del sistema constructivo. El uso de estos elementos, elementos prefabricados y materiales estandarizados, decididos en la fase de diseño, permitieron reducir la generación de residuos a 0,244 m^3/m^2, alcanzando una disminución del 6,1 % respecto del promedio nacional de 0,26 m^3/m^2. Pero también permitió acelerar el proceso constructivo, mejorar la estandarización y optimizar recursos. Por otra parte, la selección de materiales consideró su reutilización futura, lo que contribuye a extender la vida útil de los elementos estructurales.

Desde la perspectiva de la ingeniería, este proyecto destaca por la planificación y clasificación de materiales para su potencial reutilización, simulaciones de carga y desempeño estructural, implementación de montaje modular y análisis de eficiencia técnica y económica. Todo esto se realizó mediante un trabajo coordinado entre ingenieros civiles, industriales, ambientales, arquitectos y equipos de construcción.

Caso 4: Viviendas Industrializadas de Mediana Altura en Madera (Lo Espejo)

Este proyecto, “Vivienda industrializada DS49 – Lo Espejo”, integró construcción modular en madera como estrategia circular desde la etapa de diseño, considerando desmontabilidad, reutilización de componentes y sistemas industrializados de mediana altura. Esto reduce residuos desde la fuente y facilita la extensión de la vida útil de los elementos.

Las buenas prácticas ingenieriles incluyeron simulaciones del comportamiento estructural de la madera, diseño de conexiones desmontables, planificación de logística y procesos industrializados, además de un trabajo coordinado entre arquitectura, ingeniería estructural, ingeniería industrial y construcción. El enfoque permitió demostrar que la madera industrializada es una opción viable para proyectos circulares de vivienda social.

Etapa de deconstrucción, reacondicionamiento y valorización

Estrategias típicas de esta etapa son desmontaje, recuperación, reacondicionamiento, reciclaje, trazabilidad, logística inversa.

Caso 5: Remodelación de Oficinas con 32 % de Materiales Reutilizados

(Reino Unido)

La firma PLP Architecture desarrolló una remodelación basada casi completamente en principios de la economía circular, integrando reutilización, reacondicionamiento y valorización de materiales provenientes de sus antiguas oficinas. El 92 % del nuevo diseño se realizó con materiales reutilizados, logrando una reducción del 75 % en la huella de carbono incorporada y costos 68 % menores que los de una remodelación tradicional. Solo el 1 % de los residuos debió desecharse. Ahorraron un total de 175,78 toneladas de CO2 gracias al desvío de materiales y la huella de carbono incorporada se redujo en un 75 % en comparación con un acondicionamiento convencional

Esta estrategia aplicada a la etapa de desconstrucción y reacondicionamiento, donde los materiales recuperados se reincorporan al ciclo de vida mediante procesos como clasificación, desmontaje, restauración y adaptación. Además, se implementaron pasaportes digitales para asegurar trazabilidad.

Las buenas prácticas de ingeniería incluyeron modelación de desempeño ambiental, cálculos estructurales para garantizar la seguridad de los materiales reutilizados, procesos innovadores de corte y recuperación de superficies como mármol o terrazo, y planificación logística para desmontaje, traslado y montaje. La interdisciplinariedad fue clave, integrando ingeniería estructural, materiales, ambiental e informática.

Caso 6: Planta de Valorización de RCD – Viña del Mar (Revaloriza)

La planta de valorización de Revaloriza, inaugurada en 2022, opera en etapas de desconstrucción y valorización del ciclo de vida. En su primer año, procesó 35.352 toneladas de residuos mixtos, separando hormigón, madera, plásticos y metales, y produciendo áridos reciclados aptos para nuevas obras.

La estrategia circular se centra en reinsertar materiales que tradicionalmente se desechan, cerrando ciclos y reduciendo la extracción de recursos naturales. Su funcionamiento requiere ingeniería aplicada en logística inversa, selección y trituración industrial, y desarrollo de especificaciones técnicas para áridos reciclados que cumplan parámetros como CBR y granulometría.

Este caso evidencia cómo la ingeniería de materiales, la planificación logística y la colaboración entre constructoras y gestores de residuos permiten transformar residuos en insumos con valor técnico y comercial.

Etapa de operación y mantenimiento

Estrategias típicas de esta etapa son mantenimiento circular, reparación, extensión de vida útil, uso eficiente de energía y materiales, reutilización de componentes.

Caso 7: Uso de Áridos Reciclados en Hormigón

Impulsado por Construye2025 junto con academia y empresas del sector, este proyecto aplicó economía circular en la etapa de operación y mantenimiento, al reincorporar hormigón endurecido como árido para nuevas construcciones.
Los áridos reciclados alcanzaron resultados favorables en ensayos como CBR (84 %, sobre el umbral de 80
%), lo que permitió su uso en bases de pavimentos y otros elementos.

El enfoque ingenieril incluyó análisis de propiedades mecánicas, evaluación de desempeño estructural, optimización de procesos de trituración y clasificación, y coordinación entre ingenieros estructurales, de materiales, gestores de residuos y contratistas. El proyecto además aportó evidencia técnica para actualizar la norma NCh163 e incorporar los áridos reciclados como alternativa válida.

Caso 8: Planta Desalinizadora Aguas Pacífico

En su construcción y operación, la planta desalinizadora de Aguas Pacífico ha incorporado principios circulares en la etapa de operación y mantenimiento. Durante la obra, se valorizaron cerca de 1.000 toneladas de residuos, y actualmente opera con energía 100 % renovable, lo que reduce impactos durante toda su vida útil.

El diseño considera procesos eficientes, reutilización de materiales y tecnologías que permiten reducir consumo energético y residuos. Desde la ingeniería, destaca la planificación de mantenimiento circular, trazabilidad de materiales valorados, innovación en procesos internos de reciclaje y trabajo integrado entre equipos de operación, materiales, energía y gestión ambiental.

Caso 9: Gestión Circular en la Operación y Mantenimiento de Infraestructura en Chile

En edificios e infraestructuras existentes se están aplicando estrategias circulares durante la fase de operación y mantenimiento, incorporando monitoreo continuo de consumos, valorización de materiales recuperados y contratos que priorizan reparación y durabilidad por sobre reemplazo.

Las buenas prácticas de ingeniería incluyen mantenimiento predictivo mediante

sistemas inteligentes, evaluación de la reutilización de componentes estructurales o materiales, y coordinación entre ingeniería estructural, mantenimiento, gestión ambiental y proveedores de servicios. Este enfoque permite prolongar la vida útil de los activos, disminuir residuos y reducir la necesidad de nuevas construcciones.

5.2 Buenas Prácticas Identificadas

Los casos analizados permiten identificar un conjunto de prácticas que se repiten con independencia del tipo de obra y que, en conjunto, ofrecen una guía concreta para avanzar hacia proyectos más eficientes, limpios y alineados con los principios de la economía circular. Estas prácticas abarcan desde el diseño y la planificación hasta la operación, el mantenimiento y la desconstrucción. Su valor radica en que son técnicas conocidas por el sector, plenamente alcanzables y con beneficios comprobados en productividad, costos y desempeño ambiental.

Diseño circular e integración temprana

- Trabajo interdisciplinario entre arquitectos, ingenieros civiles, industriales, ambientales y constructores para integrar diseño, eficiencia, viabilidad técnica y sostenibilidad desde el inicio.
- Diseño temprano con criterios circulares, considerando desmontaje, modularidad, durabilidad, adaptabilidad y valorización futura de componentes.
- Incorporación de sistemas industrializados (paneles 2D, elementos prefabricados, madera modular) que reducen residuos, aceleran la construcción y facilitan desmontaje o reutilización.
- Uso de nuevos materiales o componentes sustitutivos que mantienen o mejoran la seguridad estructural, la durabilidad y el desempeño energético.
- Modelación estructural, simulaciones de comportamiento y análisis de desempeño para optimizar el uso de recursos y evitar sobreconsumo.

Gestión eficiente de materiales y recursos

- Planificación detallada de producción, corte, transporte e instalación de materiales para asegurar su uso eficiente y reducir pérdidas.
- Optimización de cortes en prefabricación para que los sobrantes tengan

un uso inmediato o puedan ser valorizados en otras obras.

- Selección y clasificación de materiales pensando en su reutilización o reciclaje futuro, incluyendo el uso de pasaportes de materiales para trazar su ciclo de vida.
- Integración de áridos reciclados y otros materiales valorizados en nuevas obras, respaldados por ensayos técnicos (por ejemplo, CBR para bases estabilizadas).

Innovación y eficiencia en procesos constructivos

- Integración de logística de montaje eficiente, que considera transporte, secuencia de instalación y posibilidad de desmontaje futuro.
- Nuevos procesos para la recuperación, reacondicionamiento y reensamblaje de materiales (p. ej., hormigón triturado, maderas, terrazos, mobiliario restaurado).
- Optimización de procesos de trituración, clasificación y transporte de residuos para habilitar su valorización interna o externa.
- Aplicación sistemática de análisis de eficiencia y minimización de desperdicio en cada etapa del proyecto.

Operación y mantenimiento con enfoque circular

- Evaluación continua del consumo de materiales, energía y emisiones mediante sistemas de monitoreo y mantenimiento predictivo.
- Valorización de subproductos generados durante la operación para reincorporarlos en acciones de mantenimiento.
- Implementación de contratos de mantenimiento orientados a reparación, durabilidad y extensión de vida útil.
- Operación con energía 100% renovable o tecnologías eficientes que reducen impactos durante el uso de las instalaciones.

Desconstrucción y valorización de residuos

- Procesos de clasificación y triturado de residuos para generar materiales valorizables, como áridos reciclados para nuevas aplicaciones.

- Desarrollo de logística inversa que asegure el transporte, recepción y procesamiento adecuado de los residuos.
- Incorporación de especificaciones técnicas y diseños que faciliten desmontaje seguro y recuperación de materiales al final de su vida útil.

6. Metas y Lineamientos

Las distintas estrategias de economía circular descritas tienen un propósito común: mantener los recursos en uso el mayor tiempo posible, minimizando pérdidas y regenerando valor dentro de los sistemas productivos.

En primer lugar, buscan alargar la vida útil de los materiales y productos, mediante el diseño orientado a la durabilidad, la reparación, la reutilización, la remanufactura o el reciclaje. Con ello se reduce la extracción de recursos naturales y se maximiza el valor ya invertido en cada material. Por ejemplo, extender la vida útil de infraestructuras de energías renovables o de edificaciones industriales puede disminuir significativamente la demanda de metales y minerales críticos, reduciendo las emisiones asociadas a su producción.

Asimismo, apuntan a disminuir las pérdidas de materiales, energía y recursos logísticos, junto con las externalidades ambientales derivadas de la actividad constructiva. Mantener los materiales activos durante más tiempo o reincorporarlos al ciclo productivo evita los costos asociados a la fabricación, transporte, disposición y tratamiento de residuos. En el sector construcción, esto se traduce en menores volúmenes enviados a vertederos, reducción de transporte de áridos y menores impactos en la ocupación de suelo.

Otra meta clave es reducir las emisiones y otros impactos ambientales (en agua, aire, suelo y biodiversidad), al disminuir la extracción de materias primas, evitar vertimientos y fomentar la regeneración de los ecosistemas. La Ellen MacArthur Foundation (2021) estima que aplicar los principios de economía circular en cinco sectores clave —cemento, acero, aluminio, plásticos y alimentación— podría evitar 9,3 mil millones de toneladas de CO_2 hacia 2050, contribuyendo directamente a las metas globales de mitigación del cambio climático.

En definitiva, las estrategias de economía circular transforman cada fase del ciclo de vida de un proyecto, desde su concepción y diseño, pasando por la construcción, operación y mantenimiento, hasta su desmantelamiento o reutilización. Esta mirada integral y sistémica permite reducir la generación de residuos, evitar la obsolescencia prematura, optimizar el uso de recursos, energía y costos, y disminuir las emisiones e impactos ambientales. Su adopción progresiva en el sector construcción no solo genera beneficios ambientales y

económicos, sino que fortalece la competitividad, la resiliencia y la sostenibilidad del propio sector.

La integración de BIM con los principios de la economía circular en la industria de la construcción ofrece beneficios relevantes para la sostenibilidad. A pesar de los desafíos relacionados con la gestión de datos y la participación de las partes interesadas, el desarrollo de marcos de trabajo y herramientas, junto con una mayor concientización, puede impulsar la implementación exitosa de la EC en la construcción. Este enfoque no solo mejora la sostenibilidad ambiental, sino que también promueve la eficiencia económica y la innovación en el sector.

Los ejemplos revisados a lo largo de este documento muestran que estas estrategias no son conceptos abstractos, sino prácticas reales que ya se están aplicando en proyectos de distinta escala y tipología. Casos como la integración temprana de criterios de diseño circular, la planificación eficiente de materiales y logística, la incorporación de soluciones industrializadas, el uso de nuevos materiales con menor impacto y las estrategias operacionales de mantenimiento preventivo y extendido evidencian que la circularidad está siendo internalizada en todo el ciclo de vida de las obras. Estas experiencias demuestran que existen soluciones replicables, técnicamente viables y económicamente convenientes, especialmente cuando se planifican desde una lógica interdisciplinaria y sistémica.

En este contexto, los profesionales de la construcción —ingenieros, arquitectos, constructores, especialistas en ambiente y en gestión de proyectos— juegan un rol decisivo. Su participación es clave no solo para asegurar la correcta implementación de estas estrategias, sino también para amplificar su impacto. Incorporar la circularidad no solo responde a una necesidad ética de responsabilidad con el entorno y las futuras generaciones; también es requisito técnico frente a los desafíos actuales de disponibilidad de recursos, costos crecientes de materiales, presión regulatoria y expectativas de sostenibilidad por parte de los mandantes públicos y privados.

Además, la existencia de leyes como la Ley REP, las nuevas exigencias reglamentarias, y el fortalecimiento de normas técnicas —incluida la futura serie del INN sobre economía circular en la construcción—establecen un marco que ya está transformando la manera en que se conciben y desarrollan los proyectos.

En un futuro no tan lejano, incumplir estas disposiciones no solo significará generar impactos ambientales, sino también sanciones, costos adicionales y pérdida de competitividad.

Mirar los proyectos con una lógica circular es, en definitiva, avanzar hacia una manera más inteligente, responsable y sostenible de construir país. Es una tarea colectiva que requiere visión sistémica, compromiso técnico y voluntad de cambio; y es, sin duda, una oportunidad histórica para transformar el sector hacia modelos más eficientes, regenerativos y alineados con los desafíos del presente y del futuro.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA Y CASOS DE ÉXITO PARA LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Autores: Janen Calle Walter Meléndez, Rodrigo Pérez Claudia Petit, Carola Vásquez

1. Introducción al capítulo

Este capítulo aborda la necesidad crítica de modernización en la industria de la construcción chilena.

La escasez hídrica, el cuidado en el uso de los recursos naturales disponibles, y la alta necesidad de responder al déficit habitacional inmenso, cambios en la base laboral, las pérdidas de materiales y la baja productividad general del sector construcción; son entre otros factores, movilizadores para cambiar la forma en que trabajamos hoy en construcción.

Históricamente, el sector ha operado bajo un modelo basado en métodos constructivos tradicionales, lo que ha derivado en bajos índices de productividad, alta variabilidad en calidad y un impacto ambiental considerable. Complementariamente la mano de obra disponible, cada vez más técnica y de menor disponibilidad, hace urgente la incorporación de tecnología, procesos y Construcción Industrializada (CI) para resolver la productividad en Chile.

Diseños modulares, fábricas especializadas, e integración temprana, son claves para una industria que debe cambiar. Inversión en maquinaria especializada, capacitación en todos los niveles, son algunas de las acciones para avanzar en la masificación de la CI.

En este contexto, la CI, entendida como la aplicación de métodos de fabricación serializados, automatizados y de precisión en un entorno controlado, y que entregan un alto grado de satisfacción, es la respuesta tecnológica para la transición hacia una industria 4.0 productiva y sostenible.

La CI no solo impacta la ejecución, sino que exige una reingeniería completa

del proceso de diseño, la cadena de suministro y los modelos de negocio, por esto es necesario establecer un lenguaje y una terminología común, afortunadamente hoy contamos con la Guía MMC, lanzada en 2024 por el CTEC en colaboración con la comisión de Productividad de la Cámara chilena de la construcción (CCHC), que clasifica las soluciones industrializadas en siete categorías y nos proporciona un estándar para la implementación de la CI en proyectos.

2. Objetivos del Capítulo

Los objetivos específicos que guían este análisis son:

1. Recopilar información de la CI en Chile y los esfuerzos de promoción realizados por la Industria (CChC, CCI), la Academia y el Estado (MINVU, CORFO), destacando los avances normativos y tecnológicos.

2. Proponer una metodología clara y estructurada para acelerar el uso de la CI en proyectos, priorizando la toma de decisiones en las etapas tempranas.

3. Dar ejemplos reales de la aplicación práctica de esta metodología en subsistemas específicos, como estructuras de Acero Industrializado y sistemas de Techumbre Industrializada, con el fin de aterrizar los conceptos teóricos.

3. Productividad, Calidad y Brechas del Sector Construcción

La construcción en Chile se caracteriza por su alta tasa de siniestralidad, bajos niveles de digitalización y, fundamentalmente, por una productividad estancada o decreciente. Desde el estado y el sector privado, se ha dispuesto entidades que buscan este aumento en productividad, sin embargo, las cifras de CLAPES, indican un descenso en 19%, a pesar de esos esfuerzos.
La tabla a continuación muestra algunos indicadores y sus fuentes que muestran esa caída de productividad:

Tabla 3.1 Mediciones de Productividad en Chile

Indicador	Dato Clave	Fuente	Implicancia para CI
Caída de Productividad (2015-2023)	19% de contracción en el sector	CLAPES UC (2025)	Urgencia de cambio de modelo.
Brecha vs. OCDE (2000-2018)	La productividad chilena es 49% inferior al promedio OCDE	CNEP (2020)	Indica la necesidad de adoptar *best practices* internacionales.
Estudio de Productividad de la Construcción (2020)	La productividad media en países OCDE está entre 1.4 y 19 veces la de Chile.	Matrix consulting (2020)	La CI es una palanca para mejorar la productividad. Recomienda adoptar la prefabricación y construcción modular.
PIB Sectorial	Equivale a 7% del PIB nacional	UC Políticas Públicas (2023)	Su baja eficiencia arrastra la competitividad nacional.

Fuente: CNEP (2020). Productividad en el Sector de la Construcción - Hallazgos. Consejo Nacional de Evaluación de la Productividad.

Se han propuesto, tanto por actores públicos como privados, variadas medidas para revertir esta tendencia, que se basan en mayor adopción de tecnologías, simplificación de permisos, capacitación laboral, construcción industrializada, mejoras en seguridad laboral y eficiencia en los procesos constructivos; las que son de conocida difusión pública en Chile.

4. Impacto Ambiental y Económico del Sector Construcción

El sector construcción en Chile y el mundo es intensivo en el uso de recursos y generación de residuos. La Construcción es el mayor consumidor de materias primas, utilizando alrededor del 50% de la producción mundial de acero, y más de 3 mil millones de toneladas de materias primas según señala la "*Hoja de Ruta RCD, economía circular 2035"*.

- **Emisiones GEI:** El sector de la construcción chilena es responsable

de cerca 23% del total de GEI (Gases de Efecto Invernadero) del país (Chile GBC, 2022).

- **Materiales y Residuos:** La CI genera una potencial reducción de residuos de construcción y demolición (RCD) de 880.000 m3 anuales si se alcanzan niveles de industrialización similares a los países nórdicos (CNEP, 2020). Según estimaciones actuales del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, el país pierde del orden de 20 millones de toneladas al año de materiales transformados en residuos. El informe de Hoja de Ruta citada indica que en Europa se desperdiciaban hacia 1999, el orden de 180 millones de toneladas anuales de materiales.
- **Tiempo**: La CI impacta positivamente el resultado del proyecto al reducir los plazos y la variabilidad de costos, además, disminuye la incertidumbre asociada a la mano de obra y las condiciones climáticas en la obra.

5. Avances en Chile y Ecosistema de la CI

En la Figura 3.1 se presenta una línea de tiempo con la evolución de la construcción industrializada en Chile. Destacando la creación del Consejo de Construcción Industrializada en 2017 que nace de una alianza entre el Construye 2025 y la Cámara chilena de la construcción, quienes han impulsado en la industria el cambio cultural que requiere la construcción industrializada a través de la elaboración de documentos técnicos, la realización de eventos donde se comparten experiencias y casos de éxito, entre otras iniciativas.

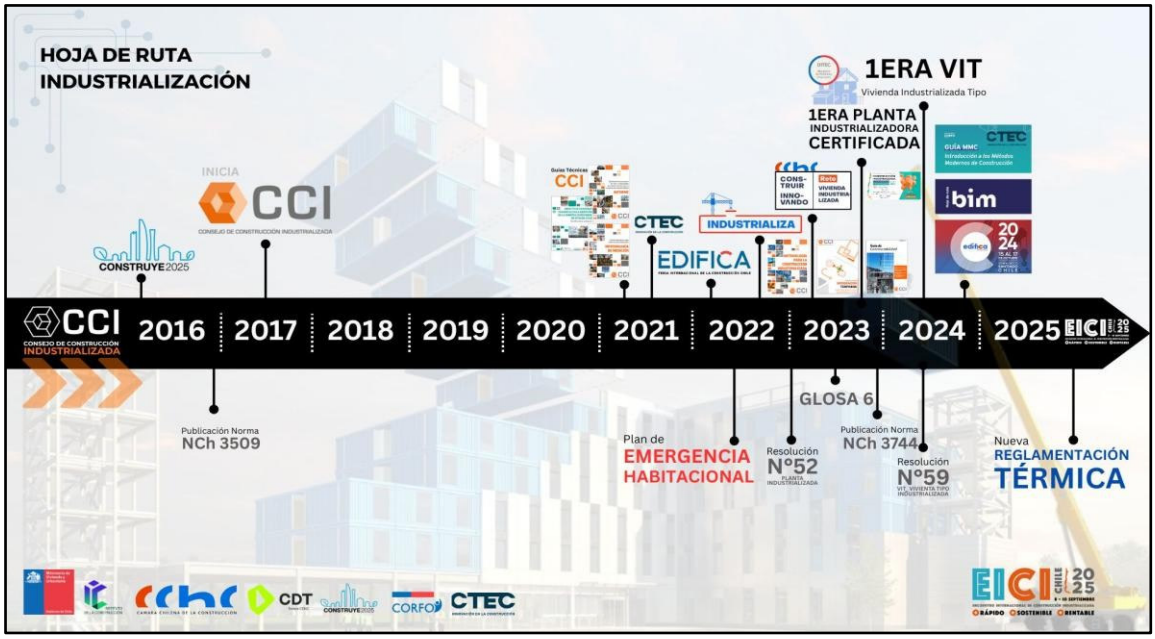


Figura 3.1 Línea de tiempo de la industrialización en Chile

5.1. Instituciones Públicas

En la Tabla 3.2 se muestran las contribuciones a la construcción industrializada desde diversas instituciones públicas.

Tabla 3.2 Desarrollo de la Construcción industrializada en instituciones públicas

Institución	Enfoque CI	Contribución Clave
MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo)	Impulsor clave en vivienda social.	Aprobación de **viviendas industrializadas bajo DS-4G**, eximiendo estos proyectos del permiso de edificación y recepción municipal, reduciendo tiempos hasta en 50% (MINVU, 2024).
CORFO	Fomento productivo y tecnología.	Co-impulsor de **Construye 2025** y el **Plan BIM**, esencial para la digitalización que habilita la industrialización.
MOP (Ministerio de Obras Públicas)	Inversión pública e infraestructura.	Incorporación gradual de criterios de industrialización y sostenibilidad en licitaciones de infraestructura.

Construye 2035

Este programa, impulsado por CORFO y CChC, establece cuatro ejes clave que convergen en la CI: Productividad, Transformación Digital, Sostenibilidad y Capital Humano (Construye 2035, 2025). La industrialización es el motor para alcanzar las metas de mejora de productividad y reducción de la huella ambiental.

Instituto Nacional de Normalización

Se han creado normas relacionadas a la CI.

NCh3744 - Términos y definiciones de construcción industrializada define la construcción industrializada como una forma de construir que busca mejorar el desempeño de la construcción en distintas etapas y áreas de un proyecto, que puede o no incluir prefabricados. Además, indica que el objetivo de la construcción industrializada es generar mejoras en materias de: productividad, sostenibilidad, gestión de residuos, salud ocupacional, seguridad, plazos, costos, rentabilidad u otras que definan los involucrados en el proyecto.

En esta misma norma se indica que son atributos de la construcción industrializada, la integración temprana de los actores del proyecto, el diseño integrado, la producción seriada, el trabajo repetitivo, la secuenciación rítmica, la prefabricación, la tecnología, la digitalización, la metodología BIM, el nivel de estandarización y optimización del diseño, procesos, métodos constructivos, equipamientos y materiales, entre otros.

Otras normas relacionadas a la construcción industrializada son:

NCh684: Coordinación modular de la construcción. NCh3509: Coordinación modular en edificaciones. NCh1156: Construcción - Especificaciones técnicas.

5.2. Organizaciones Privadas y Gremiales

Se citan las principales organizaciones públicas y privadas involucradas en temas de construcción industrializada.

- CChC (Cámara Chilena de la Construcción): Lidera Construye 2035 y promueve la adopción de MMC y digitalización.

- CDT (Corporación de Desarrollo Tecnológico): Ejecuta estudios, guías técnicas y facilita la transferencia de conocimiento sobre CI y constructibilidad.

- CCI (Consejo de Construcción Industrializada): El mayor ecosistema de CI en Latam, con ~120 asociados. Focalizado en normalización, integración de estándares y promoción de casos de éxito (CCI Memoria 2024).

- CTeC (Centro Tecnológico de la Construcción): Mencionado en capítulo anterior. Genera investigación y estándares. La Guía de Métodos Modernos de Construcción (MMC) es una referencia clave para la clasificación y adopción. En la figura 2 se muestran los 7 tipos de MMC que propone el CTeC.

- Empresas Especializadas/Proveedoras:

  ✓ Proveedores de Materiales: VOLCÁN (paneles), INDAMA (estructuras metálicas), etc., adaptando su oferta a la prefabricación.

✓ Empresas CI: BAUMAX, PROMAT, FACORO, DETECO, especializadas en sistemas modulares, hormigón prefabricado y sistemas constructivos en seco.



Fuente: Guía Métodos Modernos de Construcción - CTeC – 2024

Figura 3.2. Detalle de los 7 MMC que propone CTeC

5.3. Academia

Las principales universidades de Chile han integrado la CI, BIM, Lean Construction y DfMA en sus mallas curriculares e investigación, generando conocimiento aplicado sobre constructibilidad en el contexto sísmico chileno. A nivel nacional el Duoc UC, la Escuela de ingeniería UC, la Universidad Autónoma, la Universidad Andrés Bello, la Universidad Central, la Universidad Mayor, el instituto IPCHILE, la UTEM, la UDLA, la UTFSM y la UCM se han integrado como socios al Consejo de Construcción Industrializada (CCI), a nivel internacional la UDLA firmó convenio de colaboración y capacitación con el ITIE (Brasil), instituto que ya capacita a nivel Latinoamericano en construcción industrializada en forma remota.

Algunas universidades, a contar de 2026 estarán implementando diplomados en CI.

6. Principios Aplicados a la Construcción Industrializada

La implementación exitosa de la CI requiere la adopción de principios de gestión avanzados, que trasladan las decisiones de eficiencia a las etapas tempranas del proyecto.

6.1. Estandarización

La estandarización es un principio clave de la construcción industrializada. Consiste en definir y aplicar **dimensiones, formatos y procedimientos uniformes** para los elementos constructivos, con el objetivo de garantizar **compatibilidad, repetibilidad y eficiencia** en todo el proceso

6.2. DfMA - *Design for Manufacturing and Assembly*

El DfMA es el principio rector de la industrialización. Implica diseñar el proyecto no solo para su función, sino para ser **fabricado de manera eficiente** (Manufacturing) y **ensamblado de manera simple** (Assembly).

- **Manufacturing:** Se enfoca en la reducción de la variedad de piezas, la estandarización de componentes (dimensiones modulares), la tolerancia de fabricación y la minimización de pasos de producción.
- **Assembly:** Se centra en reducir el número de uniones, simplificar las secuencias de montaje, asegurar la accesibilidad y utilizar métodos de conexión rápidos y secos (ej. pernos en lugar de soldadura en obra).

Integración Temprana (*Early Involvement*): La decisión de industrializar impacta hasta el 80% de los costos del ciclo de vida de un activo.

6.3. Guía de Constructabilidad VD-CCI 2024

La Guía de Constructabilidad, desarrollada por el CCI, adapta 12 principios clave para la industria chilena, enfocándose en cómo el diseño puede facilitar la ejecución. Incorpora los principios de diseño construible y resalta la importancia de la **planificación de la secuencia de construcción y logística** en la etapa de diseño. Empresas como Echeverría Izquierdo han implementado estrategias de Constructabilidad para mejorar la eficiencia (CCI, 2024).

6.4. Sectorización / Trenes de Trabajo y Secuencia Rítmica

La industrialización en obra (o el montaje) se gestiona a través de la metodología **Lean Construction**, aplicando:

- **Sectorización:** Dividir el proyecto en áreas o sectores de trabajo homogéneos.
- **Trenes de Trabajo:** Secuencias de actividades o cuadrillas que se mueven de forma continua y repetitiva entre los sectores.
- **Secuencia Rítmica (*Takt Time*):** Definición de un tiempo estándar de ciclo de trabajo para completar todas las tareas en un sector antes de pasar al siguiente, forzando la estandarización y la minimización de los tiempos de espera.

7. Indicadores para la Industrialización

La medición es crucial para la gestión. Los indicadores deben ir más allá de la productividad laboral tradicional y enfocarse en la eficiencia del proceso de industrialización (*off-site* y *on-site*).

7.1. Indicadores de Nivel de Industrialización

Tabla 3.3 Indicadores de Nivel de Industrialización

Indicador	Fórmula	Objetivo
Ratio de Industrialización (RI)	Costo de componentes industrializados / Costo total del proyecto	Medir la penetración financiera de la CI en el proyecto.
Grado de Prefabricación (GP)	Volumen de componentes prefabricados/ Volumen total	Medir la adopción técnica de la CI.
Variedad de Componentes (VC)	Número de tipologías únicas /número total de componentes	Evaluar la aplicación del principio de estandarización (DfMA).

7.2. Indicadores de Productividad y Desempeño

Tabla 3.4 Indicadores de Productividad y Desempeño

Indicador	Foco	Métrica CI
Productividad Laboral (Montaje)	Rendimiento en obra.	m2 de muro/losas/panel montado por HH (Hora-Hombre).
Tiempo de Ciclo (Takt Time)	Eficiencia de la secuencia rítmica.	Días/Semanas para completar un piso o un sector.
Reducción de Residuos (RR)	Impacto ambiental.	(residuos CI- residuos tradicional)/ residuos tradicional

8. Buenas Prácticas Nacionales e Internacionales

- **MMC - España (Métodos Modernos de Construcción):** España ha adoptado la clasificación de MMC de Reino Unido. Sus lecciones se centran en la estandarización normativa y la capacitación especializada de mano de obra en montaje y logística.
- **Evaluación de Flujos Financieros:** La CI requiere una inversión inicial más alta en diseño y fábrica, pero genera un flujo de caja positivo más rápido debido a la reducción de plazos. Esto requiere que los modelos de evaluación financiera (*VP, TIR*) incorporen el valor temporal del dinero y la reducción del riesgo de la obra.

8.1. Oportunidades

Tabla 3.5 Desafíos e impacto de la Construcción Industrializada

Dimensión	Oportunidad	Impacto
Productividad y Tiempos	Reducción de plazos de ejecución (40% 50%) y mitigación de la escasez de mano de obra en obra.	Aumento directo de la rentabilidad del proyecto y del flujo financiero.
Calidad y Seguridad	Proceso en ambiente controlado.	Mayor precisión geométrica, menor variabilidad, reducción de accidentes en obra.
Sostenibilidad	Optimización de materiales, menor generación de RCD y mejor desempeño térmico de los componentes.	Cumplimiento de metas de la Hoja de Ruta RCD y Economía Circular 2035.
Innovación y Digitalización	Fomento de la interoperabilidad BIM, robótica y automatización.	Posicionamiento de Chile como líder tecnológico regional.

8.2. Desafíos

- **Barrera Cultural y Resistencia al Cambio:** Escepticismo sobre la calidad y rigidez de los sistemas industrializados, especialmente en clientes públicos y privados acostumbrados a modelos tradicionales.
- **Inversión Inicial y Escala de Producción:** La inversión en plantas de prefabricación es alta y requiere estandarización de diseños para justificar la escala económica (alto volumen).
- **Marco Normativo y Regulaciones:** Aunque el DS-49 ha avanzado, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) aún no está completamente adaptada a la flexibilidad y la certificación de componentes modulares.
- **Logística y Transporte:** El traslado de grandes componentes tridimensionales requiere coordinación y planificación logística especializada.

G. Lineamientos y Recomendaciones Técnicas

G.1. Modelos Contractuales Recomendados para Facilitar la Construcción Industrializada

Los contratos tradicionales (*Design-Bid-Build*) son una barrera, ya que separan el diseño de la construcción y dificultan la Integración Temprana y el DfMA.

Diseño-Construcción (*Design-Build*): El contratista único (que puede incluir un socio industrializador) es responsable del diseño y la ejecución, permitiendo retroalimentación temprana sobre la constructabilidad.

Alianza (*Alliancing*) / Colaborativos: Involucra a dueños, diseñadores, constructores e industrializadores desde la fase inicial, con reparto de riesgos y ganancias. Este modelo es esencial para la CI, ya que el éxito depende de la coinnovación.

G.2 Integración temprana

La integración de los actores clave (Diseñadores, Contratista Industrializado y Fabricante) debe ocurrir durante las fases de **Factibilidad y Diseño Conceptual**, no durante la licitación.

Capacidad de Impacto vs. Costo de Cambio en Proyectos:

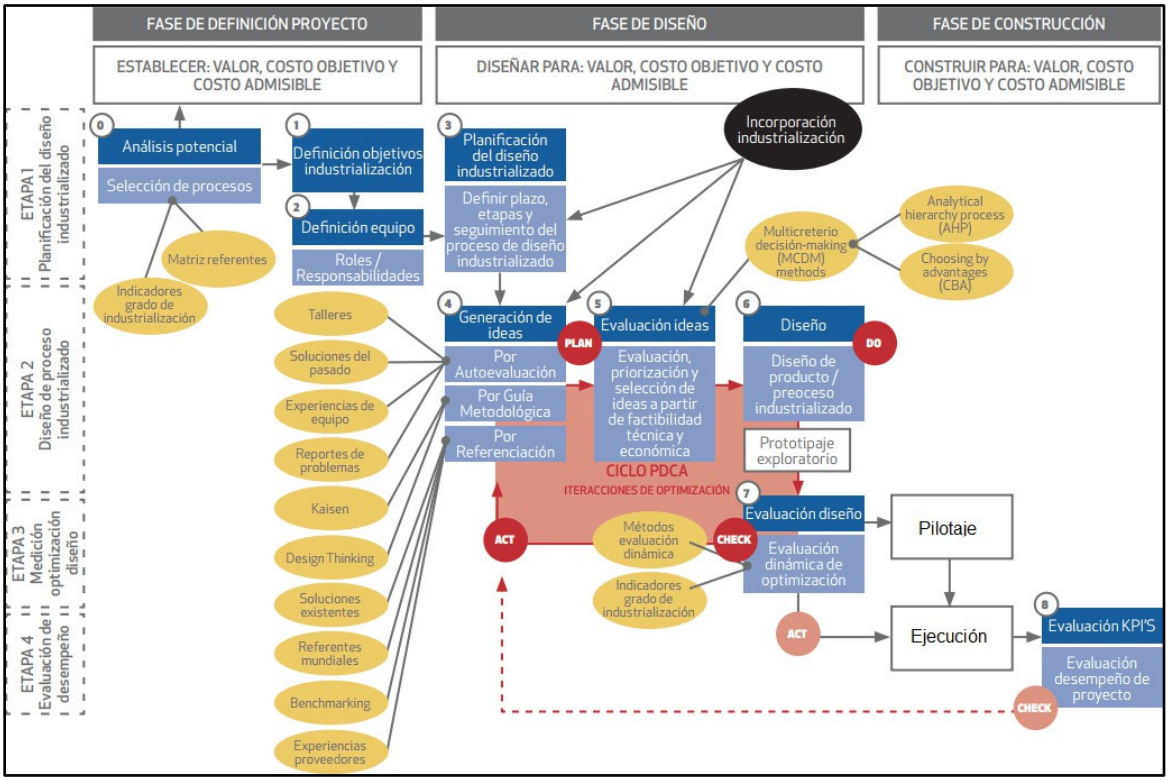
Tabla 3.6 Impacto de la Integración Temprana

Fases del Proyecto	Diseño Conceptual	Diseño Detallado	Construcción	Operación
Capacidad de Influencia	Alta	Media	Baja	Muy Baja
Costo de Implementar Cambios	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto

Se recomienda que las decisiones de CI (definición de subsistemas industrializados) se tomen antes del avance de la ingeniería básica, mediante sesiones de constructabilidad.

G.3 Metodología Propuesta: Implementación de la CI con Integración Temprana

Las recomendaciones de este informe se basan en las que se detallan en el documento **"Metodología para la construcción industrializada"** elaborado por el CCI el año 2022, que define 9 pasos desde la etapa de definición hasta la ejecución del mismo.



Fuente: Metodología para la Construcción Industrializada (CCI, 2022)

Figura 3.3 Diagrama de Flujo Metodología para la CI (CCI)

A continuación, se enumeran los 9 pasos de la metodología que se grafica en la figura anterior, y para cada uno se entregan las recomendaciones adicionales de este grupo de trabajo que se basan en experiencias exitosas en proyectos recientes.

Paso 1: Análisis de Potencial. Busca identificar las partidas, procesos y/o actividades cuya estandarización, modulación y/o prefabricación impacte

positivamente en el proyecto, en términos de costo, tiempo, impacto ambiental, accidentalidad.

En la etapa de definición del proyecto se debe formar una Mesa de Integración Temprana, mesa de trabajo colaborativa integrada por mandante, arquitecto, ingeniero estructural y constructora. Es fundamental que participen profesionales senior con el fin de incorporar las buenas experiencias anteriores en el nuevo proyecto y descartar o modificar aspectos de proyectos pasados que generaron impactos negativos en costos y plazos.

En esta mesa de trabajo debe haber al menos un profesional que esté familiarizado con soluciones industrializadas, puede ser el ingeniero estructural, o un profesional afín con la innovación (líder de innovación) que sea capaz de presentar alternativas de industrialización y, en etapas posteriores, también acompañar su implementación.

Es fundamental que en esta etapa las opciones que se van a evaluar cuenten con una pre-validación por parte del ingeniero estructural responsable del proyecto.

La implementación de esta mesa de integración temprana representa un cambio de paradigma para las constructoras, por tal motivo se deben colocar los incentivos correctamente para que estas participen y colaboren, idealmente a través de contratos colaborativos.

Paso 2: Definición de Objetivos. Se definen 2 objetivos, el primero define las metas asociadas a industrialización, como % de modulación, % de estandarización y % de prefabricación. Esto puede estar relacionado al Índice de Constructabilidad, cabe mencionar que tanto Echeverria Izquierdo, como Axis Desarrollos Constructivos han desarrollado calculadoras para este índice, a modo de referencia. Desde el enlace [29] se puede descargar la Calculadora de Echeverría Izquierdo.

El segundo objetivo tiene relación con **definir el precio o costo objetivo** del proyecto, experiencias recientes muestran que trabajar en base a un costo objetivo va generando disminuciones de costo y aumentos de productividad, así lo menciona Francisca Cruz, Gerenta de Aki KB, quien, gracias a un contrato colaborativo con precio objetivo, con la constructora Bravo Izquierdo, ha logrado **aumentar la productividad en un 27%** en los últimos proyectos de la compañía.

Paso 3: Definición del Equipo. Después de avanzar con los pasos anteriores, es necesario ampliar la Mesa de Integración Temprana, al mandante, arquitecto, ingeniero estructural y constructora, se suman los proveedores de soluciones industrializadas que se decidió evaluar.

Tal como lo menciona el documento del CCI, es importante que la participación de los proveedores en etapas anteriores a la ejecución vaya de la mano con que sean ellos mismos los que construyen para poder traspasar el conocimiento en cada etapa del proyecto. Esto representa un cambio de paradigma para las constructoras quienes acostumbran a realizar cuadros comparativos con todos los proveedores disponibles, no asignando mayor valor a aquel que participó en la mesa de integración temprana. **Este grupo de trabajo ha comprobado que el ahorro que se logra a partir del cuadro comparativo es menor al riesgo de trabajar con un proveedor que se integra tardíamente y que eventualmente pueda cambiar las condiciones de diseño adoptadas en la etapa de definición y evaluación**.

El documento menciona que cuando no se logre contar con la constructora en la mesa de integración temprana es fundamental contar con la presencia de un "consultor" quien incorporará la experiencia de construcción en el desarrollo del diseño, planificación y generación de ideas.

Paso 4: Planificación del Diseño. El objetivo es definir fechas, hitos relevantes y plazos necesarios para lograr el diseño industrializado. Además, se debe definir cómo se llevará a cabo el control y seguimiento del cumplimiento de dichos plazos e hitos.

A diferencia de lo que indica el documento del CCI, la experiencia de este grupo de trabajo es que la construcción industrializada no requiere mayores plazos de diseño que la construcción tradicional, lo que si es necesario es que los profesionales de ingeniería, constructora y proveedores de soluciones industrializadas se integren antes de finalizar la fase de definición del proyecto (antes de cerrar la arquitectura en proyectos inmobiliarios), tengan un tiempo prudente para evaluar distintas opciones y puedan entregar valores de costos en etapas tempranas. Esto representa un cambio de paradigma para el mandante inmobiliario quien históricamente ha definido el proyecto solo con el arquitecto, procurando optimizar los indicadores clásicos (TIR, VAN, etc.) los que cambian dramáticamente cuando la constructora entrega su presupuesto de construcción después que el ingeniero ha desarrollado el proyecto de cálculo, por tanto, es recién en ese momento que el mandante toma conocimiento de que el proyecto no es viable.

Paso 5: Generación de Ideas. Generar ideas para incorporar la industrialización en el diseño enfocado en las partidas - procesos - actividades con mayor potencial para ser industrializados.

En esta etapa se requiere contar con un proyecto básico, sobre este proyecto serán los profesionales de la mesa de integración temprana los que aportarán ideas para optimizar el resultado del proyecto. Por ejemplo, en un edificio habitacional típico el constructor propone industrializar los antepechos del edificio (antepechos prefabricados), o el arquitecto propone disminuir la altura de las vigas de terrazas, o el ingeniero propone eliminar muros de hormigón armado, etc.

Paso 6: Evaluación de Ideas. Evaluar técnica y económicamente las ideas generadas, orientadas a la estandarización, modulación y/o prefabricación de las partidas, procesos y/o actividades definidas.

Según la experiencia de este grupo de trabajo junto con la evaluación de la factibilidad técnica de las ideas, es fundamental realizar una evaluación económica lo más certera posible de las ideas, en esa evaluación es clave valorizar económicamente el ahorro de plazo, la mejora en la calidad, disminución de la postventa y el aumento del grado de satisfacción del cliente asociados a las soluciones industrializadas.

Adicionalmente, este grupo de trabajo ha comprobado que el ahorro asociado a la disminución de los tiempos de construcción es, en general, lo que mayor impacto tiene para alcanzar el costo objetivo. Así lo menciona Rodrigo Pérez, CEO de Spoerer Ingenieros, quien en un proyecto de edificación de vivienda social de 5 pisos, desarrollado junto a inmobiliaria Nucleos y constructora EBCO, ha comparado la opción de estructuración con fundaciones corridas bajos los muros versus la opción con losa de fundación, como es lógico la opción con losa de fundación es más cara en cuanto a materiales (hormigón y acero), sin embargo, es la que menos tiempo requiere, y ha comprobado que la disminución de gastos generales asociada a este menor tiempo de ejecución, es mucho mayor al sobrecosto de materiales indicada antes, lo que representa un cambio de paradigma para el mandante quien evalúa el éxito del proyecto de cálculo en función de la cuantía de acero y hormigón, y no en base al resultado final del proyecto y la seguridad del diseño.

En esta evaluación es fundamental considerar el flujo financiero asociado a la industrialización, ya que se adelantan los flujos, si se compara con la construcción tradicional, lo que generará mayores costos financieros que se deben considerar en las evaluaciones del costo objetivo.

Se debe aplicar el concepto DfMA : Aplicar los principios de estandarización, simplificación de uniones y modulación desde el layout (Diseño de Módulos Repetitivos).

Paso 7: Diseño. El objetivo es desarrollar el diseño del proyecto industrializado.

Paso 8: Evaluación del Diseño. El objetivo es evaluar, según los objetivos propuestos en un principio, cual es el nivel de modulación, estandarización y su impacto en la tecnología constructiva que resulta de las decisiones tomadas en la etapa de diseño.

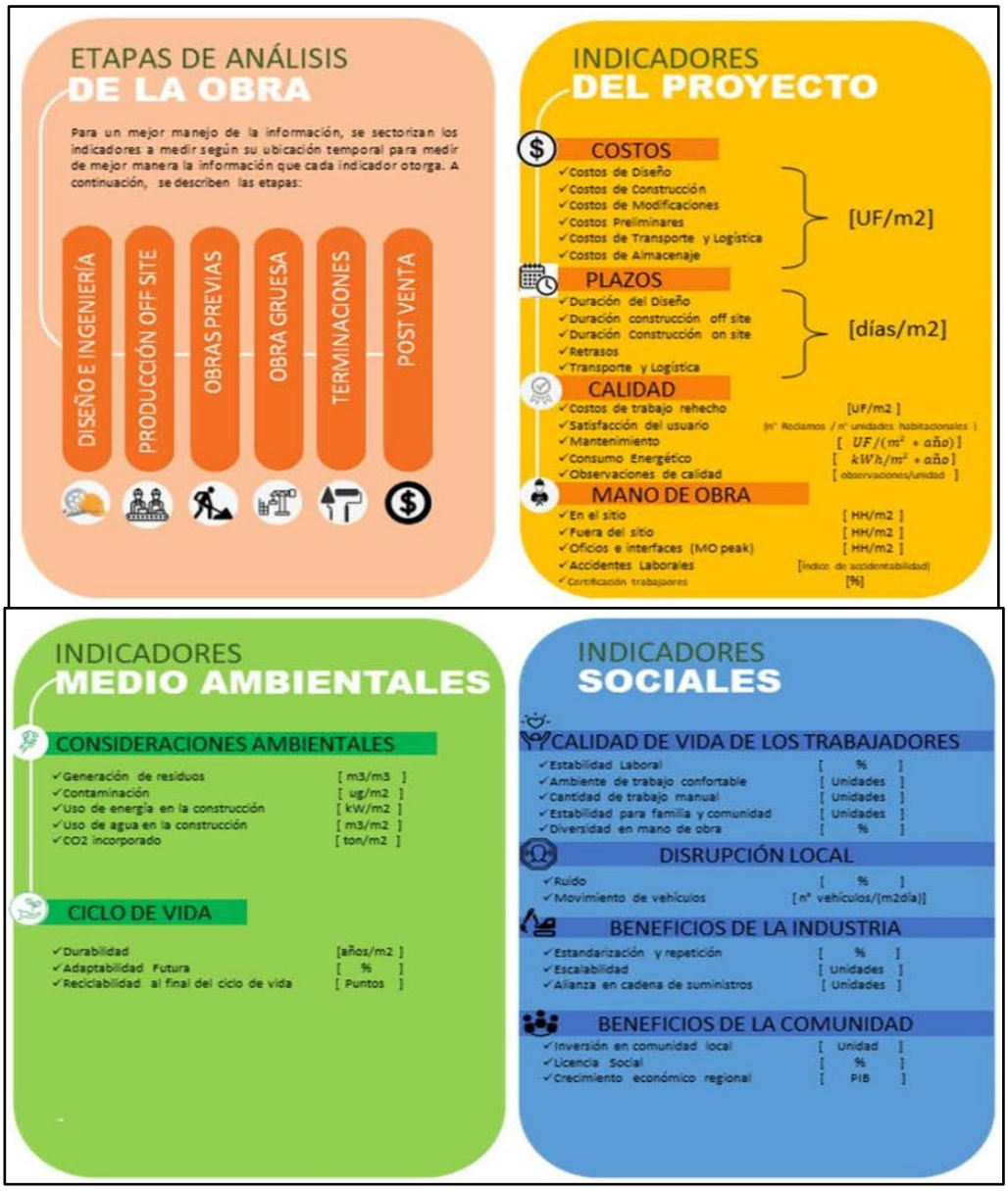
En esta etapa se puede vincular la calculadora de constructabilidad con el modelo BIM y obtener automáticamente el índice de constructabilidad, para ello es necesario modelar e incorporar en el modelo BIM ciertos parámetros y definiciones. En Singapur la exigencia de este índice para entregar permisos de construcción aumentó la productividad, disminuyó el uso de mano de obra y disminuyó la cantidad de residuos generados por la construcción.

El sistema de evaluación de "Constructabilidad" según la BCA de Singapur tiene como objetivo la medición de eficiencia y productividad basado en 3 pilares principales:

- Sistemas Estructurales:
  - Sistemas de acceso externo.
  - Sistemas de moldajes.
  - Sistemas estructurales innovadores.

- Sistemas Arquitectónicos, Mecánicos, Eléctricos y de Plomería.
- Buenas Prácticas de la Industria.

Paso G: Evaluación de KPI's. Evaluar KPI's en la etapa de construcción para verificar coherencia con el diseño del proyecto industrializado.



Fuente: Metodología para la Construcción Industrializada (CCI, 2022)

Figura 3.4 Indicadores para la Construcción Industrializada (CCI)

La metodología propuesta se centra en trasladar la constructibilidad y las decisiones de industrialización a la fase del proyecto.

FASE 1: Diseño Conceptual e Integración (Pre-Contratación)

1.1 **Análisis de Factibilidad Industrial:** Evaluar la geometría, la repetitividad y la

escala del proyecto para definir el **Nivel Óptimo de Industrialización (NOI)** por subsistema (estructuras, fachadas, instalaciones).

1.2 **Integración Temprana:** Contratar al Contratista Industrializado/Proveedor clave mediante un contrato **colaborativo** (ej. Acuerdo Marco) para que participe en la revisión de diseño.

1.3 **Definición de DfMA:** Aplicar los **principios** de estandarización, simplificación de uniones y modulación desde el *layout* (Diseño de Módulos Repetitivos).

FASE 2: Diseño Detallado (Digitalización)

2.1 **Modelado BIM Nivel :** Generar el modelo digital con el nivel de detalle de fabricación (*LOD 350-400*), incluyendo las tolerancias de montaje de los componentes industrializados.

2.2 **Optimización y Prototipo Digital:** Realizar simulaciones de montaje, logística y *Takt Time* en el modelo BIM para validar la secuencia rítmica y el flujo financiero.

FASE 3: Ejecución y Montaje (Lean y Certificación)

3.1 **Fabricación *Off-Site*:** Implementar controles de calidad en fábrica (QA/QC), asegurando trazabilidad de materiales.

3.2 **Montaje en Obra:** Aplicar la planificación rítmica (*Takt Time*) y la sectorización para la instalación rápida y segura de los componentes, monitoreando la productividad de montaje (/HH).

3.3 **Certificación:** Utilizar la ventaja del DS-49 o buscar la certificación de calidad de los componentes en origen, reduciendo la necesidad de inspección invasiva en obra.

10. Ejemplos de Aplicación de la Metodología

10.1 Acero Industrializado (RP) - Rodrigo Pérez

Subsistema: Estructura Principal (Vigas, Columnas, Arriostramientos).

Aplicación DfMA y Logística:

- **Fabricación:** Corte en taller
- **Montaje (Tren de Trabajo):** Se definen los trenes de trabajo por sector (ej. /ciclo). Las cuadrillas especializadas montan las piezas en una secuencia

rítmica de abajo hacia arriba, optimizando el uso de grúa (factor crítico).

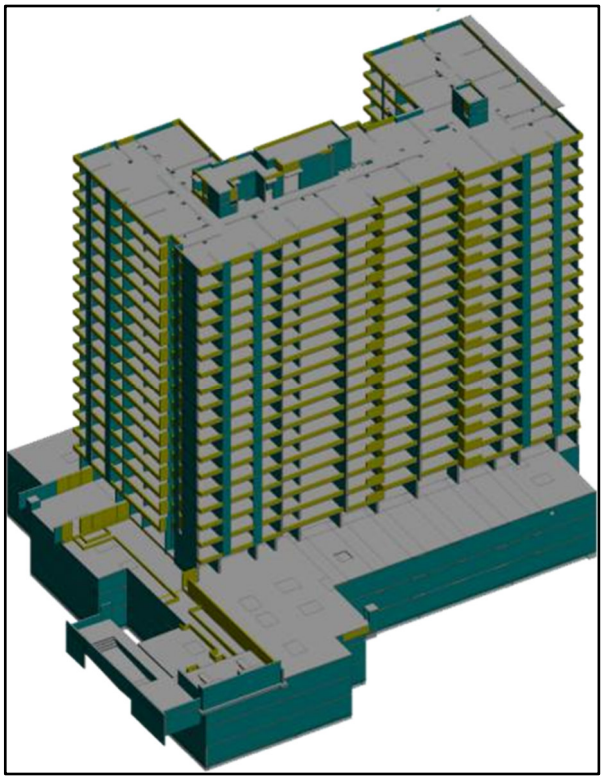


Figura 3.5 Ejemplo 11.1

Tabla 3.7 Impacto de la Integración Temprana

Indicador (Proyectado)	Acero Tradicional	Acero Industrializado
Tiempo de Montaje Estructural	/ Hora-Hombre (HH)	/ Hora-Hombre (HH)
Aumento Productividad	Base	+125%

10.2 Techumbre Industrializada (WM) - Walter Meléndez

Subsistema: Cubierta y Aislación (Paneles Sandwich, Cerchas prefabricadas).

Beneficio DS-4G: En proyectos de vivienda social, una techumbre de alta eficiencia térmica, certificada en fábrica, se integra al sistema industrializado aprobado, validando de antemano el estándar de habitabilidad.

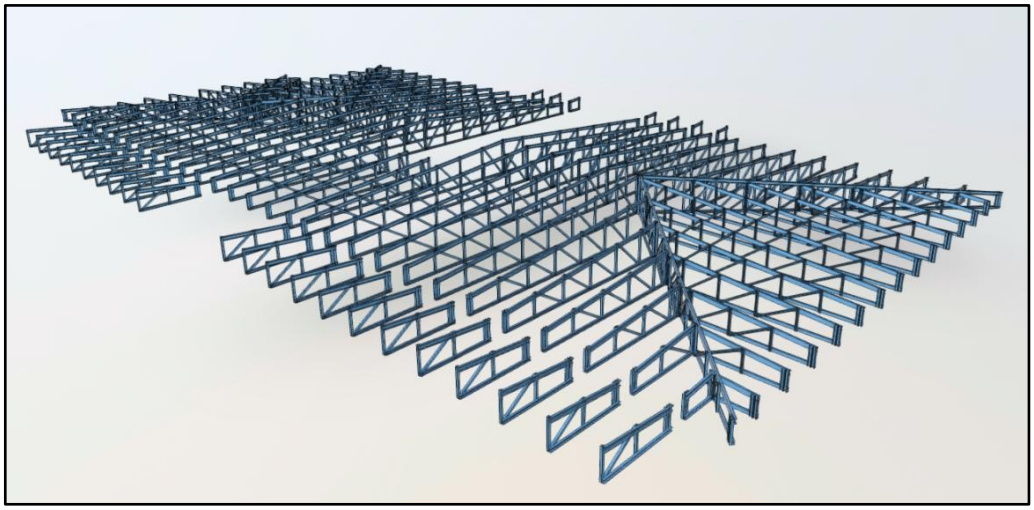


Figura 3.6 Ejemplo 11.2

11. Propuesta de Indicadores para el Sector

11.1 Calculadora de Constructibilidad (Adaptación Echeverría Izquierdo)

El concepto de "Calculadora de Constructibilidad" busca cuantificar la facilidad de construcción en la etapa de diseño, dando una puntuación al proyecto basada en la adopción de principios CI/DfMA.[29]

12. Metodología de Evaluación y Cuantificación de DfMA

La metodología propuesta para la evaluación de DfMA se detalla en cinco pasos, enfocados en la simplificación y estandarización del diseño. (propuesta a validar)

Paso A: Clasificación de Subsistemas y Componentes Se divide el proyecto en subsistemas (estructura, fachada, instalaciones) y se identifican los componentes candidatos a la industrialización.

Paso B: Cálculo de la Variedad de Componentes (VC) . Se cuantifica el número de piezas únicas (tipologías) respecto al total

Paso C: Matriz de Riesgo de Unión (MRU) Se evalúa el riesgo de cada tipo de unión. Las uniones con alta dependencia de las condiciones climáticas (ej. uniones húmedas o soldadura) reciben un alto puntaje de riesgo

Paso D: Mapeo de Flujo de Valor. Se utiliza la metodología Lean para mapear el proceso de montaje en obra, definiendo el ritmo de producción. El diseño debe ajustarse a este ritmo (ej. un piso por semana) para ser considerado "industrializable".

Paso E: Criterios de Sustentabilidad en la Selección de Materiales Se evalúa la huella de carbono incorporada de los componentes industrializados (ej. Hormigón Prefabricado vs. Acero Industrializado) y su potencial de reutilización o reciclaje al final de su vida útil.

13. Recomendaciones y Líneas de Acción

Para que la CI trascienda del nicho de proyectos a escala nacional, la Mesa de Trabajo del Colegio de Ingenieros de Chile debe impulsar las siguientes líneas de acción:

Normalización Técnica:

- Crear una "Cédula de Certificación Industrializada" para componentes, validada por el MINVU/DITEC, que simplifique la revisión municipal y reduzca la incertidumbre.

Marco Contractual Colaborativo:

- Promover el uso de modelos Design-Build y alianzas en proyectos públicos y privados de mediano y gran tamaño, eliminando la barrera de la separación Diseño/Construcción.
- Desarrollar guías de licitación que incluyan como factor de evaluación el Índice de Constructabilidad (IC) y el Ratio de Industrialización (RI) propuestos.

Capital Humano Especializado:

- Impulsar la creación de certificaciones y diplomados en universidades y centros de formación técnica (CFT) enfocados en Gestión Logística de Componentes Industrializados y Montaje en Altura/Técnicas Secas.
- Integrar DfMA y BIM en los planes de estudio de Ingeniería y Construcción Civil.
- Definir perfiles especializados como montajistas. Fomento a la Demanda

Pública Industrializada:

- Extender los beneficios normativos del DS-49 a otros programas de vivienda y equipamiento público (salud, educación), estableciendo cuotas mínimas de industrialización por tipología de proyecto.

CONCLUSIONES GENERALES

La modernización del sector construcción en Chile, con miras a la productividad, sostenibilidad y resiliencia, se reconoce como un proceso de avance irreversible hacia el desarrollo.

El análisis de los Capítulos 1, 2 y 3 establece una **conclusión estructural integrada**: la superación de las brechas históricas del sector es viable únicamente mediante la convergencia estratégica de los Contratos Colaborativos (CC), la Construcción Industrializada (CI) y la Economía Circular (EC). Estos pilares no deben gestionarse como iniciativas aisladas, sino como un sistema interdependiente que garantiza la eficiencia, calidad y cumplimiento de los objetivos de políticas públicas, normativa y regulaciones.

Desde la perspectiva de esta mesa técnica, se destacan tres conclusiones principales que explican esta interdependencia:

1. Los Contratos Colaborativos: El Habilitador Estratégico (Capítulo 1)

El sistema contractual tradicional, centrado en la responsabilidad individual y la desconfianza preventiva, es la principal barrera para la innovación y la productividad. Los contratos colaborativos (como NEC o IPD) son el instrumento clave para alinear los intereses de todas las partes (mandantes, diseñadores, contratistas) hacia el éxito compartido del proyecto.

[29] Calculadora de Constructora Echeverría Izquierdo en el siguiente enlace: Calculadora Echeverría Izquierdo

La ventaja crítica del modelo colaborativo reside en su capacidad para forzar la **Integración Temprana**. La CI y la EC exigen que las decisiones sobre industrialización, modularidad y materiales circulares se tomen en las fases iniciales de diseño, momento en el que el costo de implementar cambios es mínimo. Experiencias citadas en este documento demuestran que el uso de CC con precio objetivo (*target cost*) genera aumentos de productividad (m²/día) de hasta 27%.

2. La Construcción Industrializada: El Motor Operacional (Capítulo 3)

La CI es la respuesta técnica a la caída de productividad (una contracción del 19% entre 2015 y 2023), y la escasez de mano de obra. La industrialización, que implica la aplicación de métodos de fabricación seriada, automatizada y de precisión en entornos controlados, es indispensable para mejorar la calidad y reducir los plazos de ejecución (hasta 40% - 50%).

La CI se sustenta en principios de ingeniería avanzada como el **Design for Manufacturing and Assembly (DfMA)**, la estandarización, y el uso de metodologías Lean (como la Secuencia Rítmica o *Takt Time*). Además, la CI es inherentemente circular, ya que la fabricación *off-site* optimiza el uso de materiales, reduce las pérdidas y facilita el reciclaje o valorización de residuos.

3. La Economía Circular: El Imperativo Sistémico (Capítulo 2)

La EC es un imperativo ético, técnico y regulatorio. El sector de la construcción genera un impacto ambiental significativo, incluyendo millones de toneladas de residuos anuales. La legislación chilena (Ley REP, Ley Marco de Cambio Climático) y las normas técnicas en desarrollo (serie NCh 3835 - 3841) están precisando al sector a integrar criterios de circularidad, como la reducción de residuos, la reutilización y el diseño para la deconstrucción (DfD).

La EC y la CI se potencian mutuamente a través de herramientas digitales: **Building Information Modeling (BIM)** y el **Pasaporte de Materiales**. Estas permiten la trazabilidad, caracterización y registro de los componentes de la edificación, transformando los edificios en "bancos de materiales" para su futura recuperación y reutilización, optimizando así el valor a lo largo de todo el ciclo de vida.

Pasos a Seguir sugeridos: Líneas de Acción para la Implementación Sostenida

Para que esta transformación avance del espacio voluntario al estándar nacional, se deben impulsar líneas de acción concretas que articulen el marco contractual, la adopción técnica y la capacitación del capital humano, tal como se sugiere

especialmente en los Capítulos 1 y 3.

A. Línea Contractual e Institucional

La ruta de implementación debe ser gradual, buscando generar confianza y experiencia práctica:

1. **Pilotaje y Validación de Cláusulas Colaborativas:** Impulsar iniciativas de pilotaje utilizando **cláusulas colaborativas aisladas**, como los *Dispute Boards* o las **Alertas Tempranas**, dentro de contratos existentes o modificados (siguiendo el ejemplo de EFE).

2. **Generación de Estándares Contractuales:** Desarrollar y publicar **guías prácticas y al menos tres modelos contractuales** adaptados al mercado chileno, introduciendo explícitamente cláusulas de industrialización y economía circular.

3. **Diálogo y Gobernanza:** Establecer una **Mesa de Trabajo permanente** (público-privada-academia), visualizada inicialmente como una comisión transitoria, alojada en el Colegio de Ingenieros, para impulsar la adopción de CC. Se considera fundamental un acercamiento con la Contraloría General de la República para convertirla en un colaborador activo que facilite el pilotaje de proyectos de obra pública bajo esquemas colaborativos.

B. Línea Técnica, Operacional y de Formación

La implementación de la CI exige un cambio metodológico profundo, trasladando las decisiones al diseño:

1. **Integración Temprana Obligatoria (Mesa de Integración):** Se debe formalizar la **Mesa de Integración Temprana** (Mandante, Diseñador, Constructora y Proveedores industrializados) en la **Fase de Definición del Proyecto**. Esto permite aplicar DfMA antes de cerrar la ingeniería básica y asegurar que los proveedores participen en la construcción para que el conocimiento se traspase de forma efectiva.

2. Normalización Técnica y Licitaciones:
   - Crear una **"Cédula de Certificación Industrializada"** para componentes, validada por MINVU/DITEC, lo que simplificaría la revisión municipal y reduciría la incertidumbre regulatoria.
   - Desarrollar **guías de licitación** que utilicen el **Índice de Constructabilidad (IC)** y el **Ratio de Industrialización (RI)** como factores de evaluación de ofertas, incentivando la adopción de CI.

3. **Capacitación Especializada:** Impulsar la creación de certificaciones y diplomados enfocados en **Gestión Logística de Componentes Industrializados** y técnicas de montaje. Es esencial integrar DfMA y BIM en los planes de estudio de ingeniería y construcción, cerrando la brecha de conocimiento que existe en el área.

En conclusión, el avance sostenido requiere una visión sistémica: los **Contratos Colaborativos** proveen el marco de confianza para que la **Construcción Industrializada** sea eficiente y acelere los plazos, mientras que ambos modelos sirven como vehículo eficaz para la aplicación rigurosa de la **Economía Circular** en el contexto de la construcción, transformando la industria en una más productiva, eficiente en el uso de recursos y responsable con los desafíos climáticos del siglo XXI.

REFERENCIAS

(Las siguientes referencias se presentan siguiendo el estilo APA, 79 edición. Se han ordenado alfabéticamente dentro de cada capítulo para mantener coherencia con la estructura del documento.)

Capítulo 1

Centro de Desarrollo Tecnológico. (s.f.). *Información de contratos colaborativos*. Centro de Desarrollo Tecnológico. https://www.cdt.cl/?post_type=dlm_downloadCp=2667796

CLAPES UC, Solminihac, H., C Daga, J. (2025). *Productividad y especialización local en la construcción de Chile: análisis y propuestas de mejora*. CLAPES UC.

Comisión Nacional de Productividad. (2020). *Informe de productividad en el sector construcción*. Comisión Nacional de Productividad.

Cámara Chilena de la Construcción [CChC], C Matrix Consultores. (2020). *Estudio de productividad: Impulsar la productividad de la industria de la construcción en Chile a estándares mundiales*. CChC.

Latham, M. (1994). *Constructing the team: Joint review of procurement and contractual arrangements in the United Kingdom construction industry final report*. HMSO.

Matrix Consulting – Construye2025. (n.d.). *Matrix Consulting*. Construye 2025. https://construye2025.cl/tag/matrix-consulting/

Mosey, D. (2019). *Collaborative construction procurement and improved value*. Routledge.

Torres, L. F. (2023). *Contratos colaborativos y disminución de controversias en proyectos de construcción*.

Editorial Libromar.

Capítulo 2

Akinade, O. O., Oyedele, L. O., Ajayi, S. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., Bello, S. A., Jaiyeoba, B. E., C Kadiri, K. O. (2017). Design for deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Waste Management, c0*, 3–13. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.11.028

Alasmari, E., AlJaber, A., Martinez-Vazquez, P., C Baniotopoulos, C. (2024). Enhancing life cycle costing (LCC) in circular construction of buildings by applying BIM: A literature review. In *Springer Tracts in Civil Engineering*. Springer.

AlJaber, A., Alasmari, E., Martinez-Vazquez, P., C Baniotopoulos, C. (2023). Life cycle cost in circular economy of buildings by applying building information modeling (BIM): A state of the art. *Buildings, 13*(7), 1858. https://doi.org/10.3390/buildings13071858

Behúnová, A., Mandičák, T., Behún, M., C Mésároš, P. (2024). The building information modelling through information technology and impacts on selected circular economy performance indicators of construction projects. *Mobile Networks and Applications.* https://doi.org/10.1007/s11036-024-XXXXX

Centro Tecnológico para la Innovación (CTeC). (2023). Plataforma Pasaporte de Materiales para la Construcción P+ [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=hvtpKyAVChECt=9s

Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTeC). (2024). *Guía de métodos modernos de construcción (MMC) [Versión completa]*. https://ctecinnovacion.cl/wp-

content/uploads/2024/04/2024_-GUIA_MMC_CTEC_CCHC.pdf

Centro Tecnológico para la Innovación (CTeC). (2025). Plataforma Pasaporte de Materiales. https://pasaportemateriales.cl/

Chang, Y.-T., C Hsieh, S.-H. (2019). A preliminary case study on circular economy in Taiwan's construction.
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2S4(1), 012012. https://doi.org/10.1088/1755-1315/294/1/012012

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2010). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en Chile*. Santiago, Chile: Autor.

Construye2025. (2020). *Hoja de ruta RCD y economía circular en construcción 2035*. Santiago, Chile: Construye2025. https://www.construye2025.cl/rcd

Construye2025. (2023, junio 3). Se lanza innovadora plataforma para elaborar pasaportes de materiales y gestión de activos inmobiliarios de manera sostenible. https://construye2025.cl/2023/06/03/se-lanza-innovadora-plataforma-para-elaborar-pasaportes-de-materiales-y-gestion-de-activos-inmobiliarios-de-manera-sostenible/

Construye2025. (2025a). Construye2025 [Sitio web]. https://construye2025.cl/

Construye2025. (2025b). Construye2025 [Sitio web].

https://construye2025.cl/nosotros/

Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (2020). *Introducción a la economía circular en la construcción: Diagnóstico y oportunidades en Chile*. Santiago, Chile: Autor.

Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT). (s.f.). CDT [Sitio web]. https://www.cdt.cl/

Digital Link. (s.f.). Circular economy. https://digital-link.com/news/circular-economy/

Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). Ellen MacArthur Foundation. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/

Foyn, T. B., Fahlstedt, O., C Bohne, R. A. (2023). Digital information management to increase the reuse of building materials. *Journal of Physics: Conference Series, 2c00*(1), 012034.

https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/1/012034

Göswein, V., Carvalho, S., Lorena, A., Fernandes, J., C Ferrão, P. (2022). Bridging the gap: A database tool for BIM-based circularity assessment. *IOP Conference*

Series: Earth and Environmental Science, 1102(1), 012021. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1102/1/012021

Lima, R., Salvado, F., Silva, M. J. F., C Couto, P. (2021). Experience in the field of sustainability enhanced construction classification system. *WIT Transactions on the Built Environment, 205*, 15–24. https://doi.org/10.2495/BIM210021

Mandičák, T., Spišáková, M., C Mésároš, P. (2024). Sustainable design and building information modeling of construction project management towards a circular economy. *Sustainability, 1c*(2), 1234. https://doi.org/10.3390/su16021234

McNeil-Ayuk, N., C Jrade, A. (2025). Integrating building information modeling and life cycle assessment to enhance the decisions related to selecting construction methods at the conceptual design stage of buildings. *Sustainability (Switzerland), 17*(5), 5678. https://doi.org/10.3390/su17055678

Nourjalili, S., C Forouzannia, F. (2025). The role of BIM in sustainable construction project delivery methods with focus on circular economy. *Engineering Reports, 7*(3), e12345. https://doi.org/10.1002/eng2.12345

Tosi, J., Marzio, S., Poggi, F., Avgoustaki, D., C Amado, M. (2025). Environmental benefits of digital integration in the built environment: A systematic literature review of building information modelling–life cycle assessment practices. *Buildings, 15*(4), 456. https://doi.org/10.3390/buildings15040456

Trellis. (s.f.). 5 business models that put circular economy to work. https://trellis.net/article/5-business-models-put-circular-economy-work

Triantafyllidis, G., Müller, D. B., Wellinger, S., C Huang, L. (2025). Accelerating circular cities with semi-automatic building information modeling for existing buildings. *Journal of Cleaner Production, 514*, 145783. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145783

Capítulo 3

CCI. (2024). *Guía de Constructabilidad: La Constructabilidad como herramienta fundamental para la industrialización*. Consejo de Construcción Industrializada.

CChC, Corfo, IC, CDT. (2022). *Hoja de Ruta RCD y Economía Circular en Construcción 2035*. CLAPES UC. (2025). *Productividad en la Construcción: una tarea pendiente*.

(Referencia basada en datos de CLAPES UC citados por Construye 2025).

CNEP. (2020). *Productividad en el Sector de la Construcción - Hallazgos*.

Consejo Nacional de Evaluación de la Productividad.

MINVU. (2024). *Viviendas Industrializadas - Proyectos aprobados DS-4S*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.

OCDE. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*.

Tercera Edición.

Sánchez, J., C Pérez, L. (2023). *Evaluación de la Integración Temprana de Proveedores en Proyectos de Ingeniería y Construcción*. *Revista de Ingeniería Civil*, 45(2). (Referencia avanzada, simulada).

- **Autores:**
  - **Janen Calle, Ing. Civil**
  - **Paola Del Río, Ing. Civil**
  - **Cristian Garín, Arq.**
  - **Rubén González, Arq.**
  - **Walter Meléndez, Ing. Civil**
  - **Christian Morales, Ing. en Constr.**
  - **Marlena Murillo, Ing. Civil**
  - **Rodrigo Pérez, Ing. Civil**
  - **Claudia Petit, Constr. Civil**
  - **Bárbara Silva, Arq.**
  - **Luis Felipe Torres, Abogado**
  - **Carola Vásquez, Ing. Civil**

- **Secretaría técnica de la mesa de trabajo:**
  Walter Meléndez, Ing. Civil

- **Coordinación de la mesa de trabajo y edición del informe:**
  Marlena Murillo, Ing. Civil

- **Instituciones participantes:**

  Ministerio de Medio Ambiente, CDT, CChC, Aporto Consultoría, Spoerer Ingenieros, Construcción Circular, Colegio de Abogados de Chile, Colegio de Constructores Civiles e Ing. Constructores de Chile y Colegio de Ingenieros de Chile A.G.