



Guía Técnica - Reto de Innovación

Economía Circular en el sector Construcción

Julio 2021



1. Introducción

El presente programa busca contribuir a encontrar soluciones innovadoras a problemas que requieran desarrollo tecnológico e innovación, conectando a quienes demandan estas soluciones, en este caso, organizaciones del sector construcción con potenciales oferentes provenientes del sistema nacional de innovación.

En particular, el problema que se requiere resolver se denomina “[Economía Circular en el sector Construcción](#)” cuyo objetivo es disminuir la pérdida de recursos en el sector construcción y las externalidades negativas, a través de soluciones tecnológicas aplicadas a modelos de negocios, productos y/o servicios que incorporen la Economía Circular.

Para abordar este desafío, Corfo pone a disposición una convocatoria resultado del trabajo en conjunto con el Programa Transforma “Construye 2025” y actores relevantes de la cadena de valor del sector Construcción.

La función de esta Guía Técnica es orientar a los usuarios en la elaboración de su postulación a la convocatoria del [Reto de innovación: Economía Circular en el sector Construcción](#), entregando información relevante para ser utilizada en la formulación.

2. Antecedentes de la Convocatoria

A nivel global, la industria de la construcción es un sector que contribuye al crecimiento de la economía y un importante pilar de desarrollo. En 2017, alcanzó los US\$10,6 billones y se espera que aumente a US\$12,7 billones en 2022 (Global Construction Outlook to 2022, 2018).

La construcción es el mayor consumidor de materias primas, consumiendo el 40% de los recursos energéticos globales. Utiliza alrededor del 50% de la producción mundial de acero y más de 3 mil millones de toneladas de materias primas. Así como el sector tiene un alto consumo, también genera un alto desperdicio, millones de toneladas de residuos son generadas a nivel mundial, año a año. Según datos de la Comisión Europea y el World Economic Forum, el sector genera entre el 25% y 40% de las emisiones de carbono mundial.

Se estima que la etapa más influyente en la generación de residuos es la de terminaciones, la que produce 3,56 veces más residuos en comparación con la etapa de obra gruesa.

En Chile, los residuos de la construcción y demolición (RCD) representan cerca del 34% de los residuos sólidos (Conama 2010). Al año 2023, se proyecta que la generación de RCD alcanzará las 7.455.602 de toneladas anuales, sólo considerando vivienda (Minvu, 2019), lo que equivale a más de 7 millones de metros cúbicos y a un volumen de 15,5 estadios nacionales. Este volumen no

considera los RCD generados por la construcción de edificios públicos, infraestructura, demoliciones ni tampoco los escombros originados tras desastres naturales. Esta situación es crítica considerando que, actualmente, nueve regiones de Chile no cuentan con lugares autorizados de disposición de residuos sólidos asimilables, por tanto, no hay cobertura nacional para su adecuada disposición; tampoco inversiones proyectadas para resolver la problemática ni una institucionalidad a nivel nacional encargada de la gestión de los RCD.

Para promover y apoyar la adopción de la Economía Circular en el sector, el programa Construye 2025, apoyado por Corfo, junto con los Ministerios de Medio Ambiente, Vivienda y Urbanismo y Obras Públicas, lanzaron en agosto de 2020 la “Hoja de Ruta RCD y Economía Circular en Construcción 2035”. A partir de ésta, el uso eficiente de los recursos y la gestión sustentable de los residuos de **construcción y demolición**, se identifican como desafíos prioritarios a abordar. En dicha instancia la Cámara Chilena de la Construcción, el Instituto de la Construcción y Construye2025 firman un convenio de colaboración para el desarrollo de la estrategia de economía circular en construcción 2025, disponible en www.economiacircularconstruccion.cl.

Un ejemplo de Economía Circular en el sector de la construcción es “Revaloriza” empresa que instalará la primera planta en Chile dedicada a la valorización de residuos de la construcción y demolición (RCD), emplazada en la Región de Valparaíso. Esta planta tiene por objetivo reciclar y valorizar 120.000 toneladas de residuos de la construcción y demolición procedentes de la Región de Valparaíso en un plazo de tres años, generando un beneficio económico, social y ambiental en el territorio.

El 87% de la población nacional vive en ciudades y se proyecta que al 2030 existan 1.500.000 nuevos hogares. Frente al crecimiento exponencial de la población y de las áreas urbanas, el sector de la construcción debe adoptar un nuevo modelo económico que le permita reducir sus niveles de consumo de materias primas, energía y agua, así como la contaminación y otras externalidades negativas que genera. Continuar utilizando los mismos paradigmas en la fabricación de materiales, el proceso constructivo y su cadena de valor lineal, no resulta sostenible en términos medioambientales.

En favor de los desafíos de sostenibilidad mundial y nacional, adoptar la economía circular en el sector construcción se erige con urgencia y es una clara oportunidad de creación de valor. El modelo lineal en el que se extrae, fabrica y construye; luego se desecha y demuele, debe ser reemplazado por un modelo donde los recursos son reutilizados, pudiendo ser reintegrados al proceso o revalorizados en otros usos.

3. Objetivos

3.1 Objetivos

El objetivo general de esta convocatoria es disminuir la pérdida de recursos en el sector construcción y las externalidades negativas, a través de soluciones tecnológicas aplicadas a modelos de negocios, productos y/o servicios que incorporen la Economía Circular.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Apoyar soluciones tecnológicas innovadoras y circulares que conecten a oferentes con potenciales demandantes del sector construcción.
- ✓ Probar y validar soluciones innovadoras en un entorno real, basadas en tecnologías, modelos de negocios, productos y/o servicios circulares, que tengan un impacto social, medioambiental y económico.
- ✓ Diseñar modelos de negocio que permitan el escalamiento de las soluciones generadas en forma sostenible a corto y mediano plazo.

3.2 Resultados mínimos esperados

- ✓ Nuevos productos, procesos y/o servicios, que requieran desarrollo tecnológico e innovación, que permitan resolver el desafío de disminuir y evitar la pérdida de recursos en el sector construcción, a través de la incorporación de atributos de Economía Circular.
- ✓ Nuevas empresas, producto de nuevos desarrollos tecnológicos, que contribuyan a la diversificación y/o reactivación económica del país.
- ✓ Generación de nuevos empleos que permita resolver el desafío antes planteado, con el fin de reactivar la economía que se ha visto afectada producto de la pandemia.
- ✓ Colaboración entre actores, tanto públicos como privados, en torno al desafío de disminuir y evitar la pérdida de recursos en el sector construcción, a través de la incorporación de atributos de Economía Circular.

4. Consideraciones para los proyectos

La economía circular plantea tres principios claves para generar cambios, lo que impacta directamente en la cadena de valor.

- Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural controlando las existencias finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.
- Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos, haciendo circular productos, componentes y materiales en uso con la mayor utilidad en todo momento, tanto en ciclos técnicos como biológicos.

- Principio 3: Fomentar la efectividad del sistema al revelar y diseñar externalidades negativas, como el agua, el aire, el suelo y la contaminación acústica; cambio climático; toxinas, congestión; y efectos negativos para la salud relacionados con el uso de recursos.

Adoptar un modelo circular en el sector construcción, supone considerar todo el “ciclo de vida” del proceso constructivo. La planificación de un proyecto debiese garantizar la máxima longevidad de un proyecto y el uso óptimo de los productos, los cuales tras su uso puedan ser reutilizados o reciclados, minimizando la producción de residuos de construcción y demolición (RCD). El uso de recursos naturales, sobre todo el consumo de agua, debiese reducirse al mínimo y la consideración de elementos constructivos industrializados y la deconstrucción, son elementos centrales para transitar hacia un modelo circular.

En la siguiente figura se evidencian las distintas posibilidades en economía circular para el sector construcción.

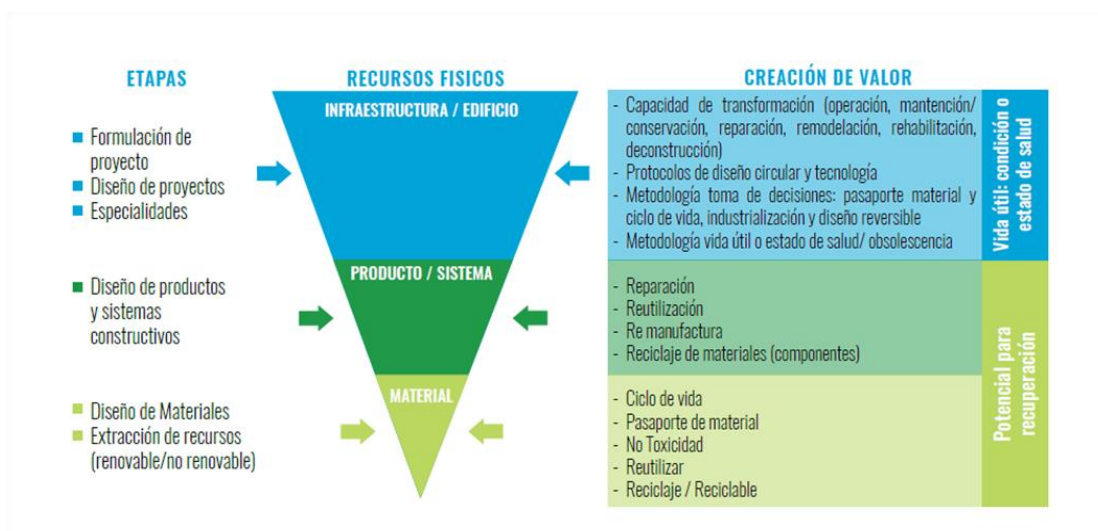


Figura N°1: “Cuadro etapas relacionadas al diseño de proyectos y la creación de valor para la economía circular”

Fuente: Hoja de Ruta RCD y Economía Circular en Construcción 2035, Construye2025. Agosto 2020.

Para considerar un proyecto circular se debe enmarcar en alguna de las siguientes categorías:

Economía Circular +	Uso y manufactura inteligentes	R0 Rehusar	Soluciones tecnológicas que vuelven a un producto redundante por vía de generar el abandono de su función o de ofrecer la misma función con un producto radicalmente distinto.
		R1 Repensar	Soluciones tecnológicas que hacen que un producto se utilice de manera mucho más intensiva (facilitando que se comparta entre varios usuarios)
		R2 Reducir	Soluciones tecnológicas que incrementan la eficiencia de la manufactura o el uso de un producto, de manera que este consuma menos recursos naturales y materiales.
	Aplicaciones útiles de materiales descartados	R3 Reusar	Soluciones tecnológicas que logran que otros usuarios usen nuevamente un producto descartado pero en buenas condiciones y capaz de realizar su función original.
		R4 Reparar	Soluciones tecnológicas que logran que se reparen y mantengan productos defectuosos, de manera que estos puedan ser utilizados para sus funciones originales
		R5 Restaurar	Soluciones tecnológicas que logran que se restauren y pongan al día productos antiguos.
		R6 Remanufacturar	Soluciones tecnológicas que lleven al uso de partes de productos descartados en nuevos productos, de manera que estas cumplan en estos su función original
		R7 Reutilizar	Soluciones tecnológicas que lleven al uso de partes de productos descartados en nuevos productos, de manera que estas cumplan en estos una función diferente a la original.
	Aplicaciones útiles de materiales descartados	R8 Reciclar	Soluciones tecnológicas que busquen procesar materiales descartados para obtener materiales de la misma o de menor calidad.
		R9 Recuperar	Soluciones tecnológicas que busquen recuperar energía a partir de material descartado.

Figura N°2: "El marco 9R"

Fuente: Elaboración propia en base a fuente

http://www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf

4.1 Ámbitos de las soluciones tecnológicas:

Las soluciones tecnológicas que postulan a la presente convocatoria, deberán estar enfocadas en alguno de los siguientes ámbitos, lo cual deberá ser respaldado a través de documentación técnica y a través de los contenidos desarrollados en el formulario de postulación.

Las soluciones deben considerar dos o más de los siguientes elementos: soluciones flexibles y duraderas (vida útil), baja toxicidad (COV u otros) reciclabilidad, contenido de reciclado, rápida renovación, origen regional, alto desempeño como baja transmitancia térmica, reemplazo de materiales vírgenes, disminución de huella de carbono, reducir la intensidad en el uso de la energía aumentando la eficiencia energética, reducción de costos, uso de energías renovables, mejora de técnicas y costos de fabricación, incremento de vida útil, entre otros

4.1.2 Nuevos materiales y sistemas constructivos sustentables con atributos circulares.

- ✓ Desarrollo de productos innovadores, los cuáles pueden considerar: criterios de ecodiseño, incorporación de materias primas secundarias, productos que aseguren un buen comportamiento en el funcionamiento de la construcción y en la demolición.

- ✓ Soluciones tecnológicas que contemplen información sobre materiales, su final de vida o posibilidades de desmontaje y reutilización.
- ✓ Soluciones tecnológicas que consideren aprovechamiento de materiales en base a su dimensionamiento para evitar pérdidas.

Ejemplo “Pasaporte de Materiales”

En el norte y el centro de Europa, ya se están utilizando este tipo de pasaportes para conocer que materiales conforman los edificios. Se busca promover la utilización de materiales neutros o positivos para el medio ambiente, tratando de evitar materiales que pueden ser dañinos para la salud.

Los pasaportes de materiales son un mecanismo de mercado para fomentar los diseños de productos, los sistemas de recuperación de materiales y las asociaciones de la cadena de posesión que mejoran: la calidad, el valor y la seguridad del suministro de materiales para que puedan ser reutilizados en bucles continuos o cerrados o devueltos de forma beneficiosa a los sistemas biológicos.¹ Su objetivo está en la recuperación y trazabilidad de recursos.

4.1.3 Soluciones tecnológicas para el uso eficiente de recursos, materiales, energía y agua.

- ✓ Soluciones tecnológicas para medir, controlar, gestionar y mejorar el uso de los recursos de manera eficiente.
- ✓ Soluciones tecnológicas enfocadas en la eficiencia energética e hídrica.
- ✓ Soluciones tecnológicas que contemplen uso eficiente de materiales.
- ✓ Modelos de negocio de “pago por uso” o “producto como servicio” de un producto en lugar de su venta para su tenencia en propiedad utilizando herramientas tecnológicas.
- ✓ Soluciones tecnológicas que consideren la clasificación de residuos (Implica la separación de un flujo de residuos particular en sus materiales constituyentes).
- ✓ Soluciones tecnológicas enfocadas en producción secundaria: implica la transformación del material de desecho clasificado en materia prima terminada. Las materias primas secundarias resultantes pueden ser metales, plásticos, papel, entre otros. Algunos conceptos asociados a este modelo de negocio son: Downcycling, Upcycling y Simbiosis Industrial.

Esta temática, también es posible de asociar a la “gestión sustentable de activos” y “Herramientas para el mantenimiento que alarguen la vida útil de bienes”. A modo de ejemplo, la cadena de supermercados británica Sainsbury ha implementado un sistema de gemelos digitales de sus propiedades y activos utilizando los documentos de proyecto en 2D existentes y adaptando parcialmente algunos conceptos BIM (Nazareth, 2019).

¹ Benites y Zegers, fuente/año

4.1.4 Gestión sustentable de residuos de la construcción y demolición

- ✓ Soluciones tecnológicas para la recolección, segregación, tratamientos y valorización de residuos.
- ✓ Soluciones tecnológicas para la gestión de información y trazabilidad de flujos de materiales y residuos.
- ✓ Soluciones tecnológicas para la deconstrucción.
- ✓ Sistemas de recolección inteligente (match, georreferenciación, entre otros).

En cuanto a gestión de residuos, existe un sinnúmero de tecnologías desarrolladas a nivel mundial que van desde la segregación de residuos para su reciclaje, como lo es Zen Robotics (www.zenrobotics.com), plataformas georreferenciadas para hacer match entre quienes requieren de un recurso, antes de que se convierta en un residuo, hasta tecnologías para la deconstrucción con bajo impacto, como lo es el robot de reciclaje de hormigón Ero (www.omerh.co), el cual fue diseñado para recuperar material.

5. Etapas, montos y plazos

La presente convocatoria tendrá 2 etapas que se llevarán a cabo en forma consecutiva, las cuales se denominan según las Bases Técnicas del Instrumento, que son:

- Etapa 2: Validación en Entornos Reales
- Etapa 3: Diseño del Plan de Escalabilidad

En cada una de las etapas se desarrollarán actividades conducentes a alcanzar los resultados esperados en cada una de ellas. Asimismo, cada etapa tendrá un número de proyectos máximo que podrán ser seleccionados, los que serán indicados en este mismo apartado.

Etapa 2: Validación en Entornos Reales

a) Inicio de la Etapa 2:

Cada postulante deberá contar al momento de su postulación con un prototipo validado en entornos relevantes o simulados. Es decir, debe contar con una solución tecnológica con atributos circulares a nivel de prototipo, que sea capaz de desarrollar las funciones requeridas en un sistema que simule las condiciones en las cuales deberá operar a nivel industrial (TLR-6).

En esta etapa se espera que la tecnología sea validada en un entorno real que contemple al menos dos organizaciones² las que deben ser identificadas en la postulación, anexando un documento de respaldo que acredite su compromiso (carta de compromiso, contrato, convenio u otro).

Respecto de las organizaciones donde se validen las tecnologías en entorno real, éstas podrían participar en el proyecto como calidad de coejecutora o asociada, si es el caso deberán realizar aportes pecuniarios o efectivos que deberán ser reflejados en el Formulario de postulación. En caso contrario, si las organizaciones donde se validen las tecnologías en entorno real no participan como coejecutora o asociada, se deberá indicar en la postulación como participante donde se realizarán las validaciones de la tecnología, por tanto, estas organizaciones no realizarán aporte pecuniario ni efectivo, así como tampoco aporte valorizado. El compromiso de poder realizar estas pruebas de validación deberá reflejarse como tal en el Formulario de postulación.

Cabe señalar, que la validación de la tecnología en una organización en particular no limita a los proponentes a escalar la tecnología a otras organizaciones, ya que el fin del Reto de innovación es entregar una solución tecnológica a varias empresas de un sector productivo y/o cadena de valor.

b) Resultado de la Etapa 2:

El resultado de esta etapa será un prototipo validado en entorno real, es decir, una solución tecnológica con atributos circulares que ha demostrado que funciona en escala pre-comercial.

Se espera que el prototipo cumpla con al menos los siguientes requisitos/parámetros/atributos:

1. Informes de los resultados de las tecnologías o soluciones validadas en al menos 2 organizaciones identificadas en la postulación.
2. Informe comparativo de las tecnologías implementadas en las distintas organizaciones considerando ventajas y espacios de mejora.
3. Desempeño físico y técnico (óptimo o costo eficiente) que permita demostrar que la solución es factible de implementar en un entorno real.
4. Definición de parámetros técnicos mínimos que permitan evaluar el potencial de replicabilidad y escalabilidad.
5. Compromiso de 2 nuevas empresas donde se pueda implementar el plan de escalabilidad, junto con entregar información de las mismas y documento que acredite su participación.
6. Alianzas con actores de la cadena de valor del sector construcción y nuevos proveedores de economía circular.

Los primeros 3 proyectos que sean satisfactoriamente evaluados con los criterios de evaluación descritos en las bases del instrumento y con los requisitos anteriores pasaran a la segunda etapa.

² empresas, organismos públicos, etc.

c) Plazos de la Etapa 2:

Las actividades de esta etapa deberán desarrollarse dentro de un plazo máximo de 6 meses, pudiendo prorrogarse en hasta 1 mes adicional una vez adjudicado el proyecto.

d) Número de proyectos a adjudicar en la Etapa 2:

La presente convocatoria adjudicará en esta etapa hasta 12 proyectos.

e) Monto y porcentaje de Cofinanciamiento de cada proyecto en la Etapa 2:

El monto a cofinanciar por cada proyecto adjudicado es de hasta \$32.500.000.- (treinta y dos millones quinientos mil pesos), equivalente al 70% del costo del proyecto, en tanto, el 30% restante deberá ser aportado por los participantes en forma pecuniaria o efectivo.

Etapa 3: Diseño del Plan de Escalabilidad

a) Inicio de la Etapa 3:

Cada postulante deberá contar al momento del inicio de la Etapa 3 con un prototipo validado en entorno real, probado a nivel precomercial y que haya demostrado que cumple con las funcionalidades técnicas definidas y reducción de pérdidas proyectadas.

b) Resultado de la Etapa 3:

El resultado de esta etapa será un plan de escalabilidad. Se entenderá como plan de escalabilidad que la solución sea validada con al menos 2 empresas distintas a las que se validó la solución en la etapa anterior.

Previo al inicio de la etapa 3, el postulante deberá dar cuenta de la asociación formal que tiene con las empresas seleccionadas, junto con entregar información respecto de las mismas.

Se espera que el plan cumpla con al menos los siguientes requisitos/parámetros/atributos:

1. Informes de los resultados de las tecnologías o soluciones tecnológicas validadas en 2 organizaciones identificadas al inicio de la etapa 3.
2. Informe comparativo de las tecnologías o soluciones tecnológicas implementadas en las distintas organizaciones
2. Desempeño físico y técnico (óptimo o costo eficiente) de la solución
3. Plan de escalabilidad para la implementación de la tecnología a mayor escala, considerando modelo de negocio y plan de internacionalización

4. Alianzas con actores de la cadena de valor del sector construcción y nuevos proveedores de economía circular.

c) Plazos de la Etapa 3:

Las actividades de esta etapa deberán desarrollarse dentro de un plazo máximo de 10 meses, pudiendo prorrogarse en hasta 1 mes adicional una vez adjudicado el proyecto.

d) Número de proyectos a adjudicar en la Etapa 3

La presente convocatoria adjudicará en esta etapa hasta 3 proyectos.

e) Monto y porcentaje de Cofinanciamiento de cada proyecto en la Etapa 3:

El monto a cofinanciar por cada proyecto adjudicado es de hasta \$45.302.000.- (Cuarenta y cinco millones trescientos dos mil pesos), equivalente al 70% del costo del proyecto, en tanto, el 30% restante deberá ser aportado por los participantes en forma pecuniaria o efectivo.

6. Resumen de las etapas

CONDICIONES	ETAPAS	
	(2) Validación en Entorno Real	(3) Diseño Plan de Escalabilidad
Plazo ejecución	6 meses	10 meses
Monto subsidio	Hasta \$32.500.000/proyecto	Hasta \$45.302.000 /proyecto
% de Cofinanciamiento Corfo	70%	70%
% Aporte de Participantes	30% pecuniario o efectivo	30% pecuniario o efectivo
Proyectos a adjudicar	Hasta 12	Hasta 3
Plazo máximo de prórroga	1 mes	1 mes

7. Información general sobre Economía Circular y aplicada al sector construcción

1. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
2. <https://economiacircularconstruccion.cl>
3. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/business-models-for-the-circular-economy_g2g9dd62-en
4. <https://www.circularity-gap.world/2021>
5. <https://economiacircular.mma.gob.cl/infraestructura-y-construccion/>
6. http://www3.weforum.org/docs/White_paper_Circular_Economy_in_Cities_report_2018.pdf