



TOOLKIT ENGRANAJE PRODUCTIVO CTEC

Comité Desarrollo Producción Regional
BIOBIO
por CORFO

CORFO



Desarrollado por

Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción / CTEC

Agradecimientos

CORFO Biobío: Roberta Lama, Matías Ríos, María Antonia Durán,

CMPC: Alejandro Casagrande

ARAUCO: Arturo Jorquera, Alejandro Parada

CORMA: Margarita Celis, Débora Pino

BIOBÍO MADERA: Frane Zilic

PYMEMAD: Victor Sandoval

C4i: Benjamín Germany, Ignacio Marchant

FAUG: Alejandro Lara, Valentina Torres, Carolina Machuca, Ana Moreno

SENAPRED Biobío: Alejandro Sandoval, Margarita Friz

BLOQUS: Marcelo González

Empresas beneficiarias

BIM C, Maqlaser, Industrializadora de Viviendas Chile IDV, Premad, Maderas

Villagra, Vicosa, Promaest, Nexus, Bellomuro, Constructora Encina, Ditnova,

Mekatek, Bagaro, Santa Marta, Maderas Silva, Lemu, Constructora RGO.M

C, Maqlaser, Industrializadora de Viviendas Chile IDV, Premad, Maderas

Villagra,

Editores

Carolina Briones, directora ejecutiva CTEC

Natalia Reyes, subgerente de redes y convenios CTEC

Lukas Bais, coordinador de proyectos CTEC

Moisés Monsalve, coordinador regional PDT

Josefa Acevedo, coordinadora de proyectos CTEC

Flavia Eloy, coordinadora de comunicaciones CTEC

Diseño gráfico

Flavia Eloy, coordinadora de comunicaciones CTEC

Haydée Hurtado, diseñadora gráfica

contacto@ctecinnovacion.cl

www.ctecinnovacion.cl

Santiago, Chile. Abril 2026.

TOOLKIT
ENGRANAJE
PRODUCTIVO
CTEC

1

INTRO- DUCCIÓN

El Programa de Difusión Tecnológica (PDT) Impulso PYME 4.0, liderado por CTEC y financiado por CORFO, cuenta con el apoyo de CMPC, Arauco, Corma, Pymemad y el Centro para la Industria 4.0 de la Universidad de Concepción, articulando capacidades estratégicas para fortalecer y agregar valor a la producción maderera regional del Biobío. Su propósito es conectar el origen forestal y la capacidad instalada de aserraderos y pymes del territorio con una cadena industrial colaborativa, orientada a la fabricación de partes y piezas estandarizadas para soluciones habitacionales en madera. En un contexto marcado por el déficit habitacional, la exposición recurrente a riesgos naturales y las brechas de productividad del sector construcción, el PDT promueve un engranaje productivo que toma como referencia inicial un modelo de vivienda de emergencia, como punto de partida para impulsar mayor coordinación, especialización y sofisticación en la cadena de valor regional.

Este toolkit se desarrolla a partir de la experiencia adquirida en el Programa de Difusión Tecnológica Impulso PYME 4.0, con el propósito de fortalecer las capacidades del ecosistema regional y apoyar a las PYMEs en su incorporación al engranaje productivo. En este marco, entrega lineamientos prácticos para que las empresas se integren con roles claramente definidos, interfaces estandarizadas, requisitos mínimos verificables y métricas de control. Para ello, articula aprendizajes derivados de la capacitación aplicada, las asesorías especializadas, los procesos de fabricación y los ejercicios de pilotaje impulsados durante el programa, con énfasis en la calidad, la coordinación interempresarial y la adopción de prácticas 4.0, tales como trazabilidad, gestión de datos y control de procesos.

Está dirigido a PYMEs de la Región del Biobío, oficinas de diseño, prefabricadores, empresas metalmecánicas, aserraderos y empresas de montaje que participan, o buscan participar, en procesos de construcción industrializada en madera. Su alcance comprende el producto inicial de referencia, los requisitos asociados a materia prima, fabricación y montaje, así como la información mínima necesaria para resguardar la calidad y el cumplimiento normativo, contribuyendo a disminuir retrabajos y costos de coordinación. En este sentido, el documento funciona tanto como checklist de ingreso, como manual base de operación del engranaje.

Este toolkit usa como producto de referencia una vivienda de emergencia, desarrollada y fabricada mediante un engranaje productivo, con el objetivo de poner en práctica, ajustar y consolidar un modelo de encadenamiento productivo territorial viable. La experiencia permite identificar condiciones habilitantes, brechas, requisitos de coordinación y estándares operacionales necesarios para articular a los distintos actores de la cadena de valor en torno a una lógica colaborativa de producción. De esta forma, se busca establecer una base operativa y metodológica que facilite la proyección del modelo hacia soluciones habitacionales industrializadas de mayor alcance, con potencial para responder tanto a escenarios de emergencia como a desafíos estructurales asociados al déficit habitacional a nivel regional y nacional.



GLOSARIO



Construcción Industrializada: Forma de construir que busca mejorar el desempeño de la construcción en distintas etapas de un proyecto, que puede o no incluir prefabricados¹.



DfMA: (Design for Manufacturing and Assembly o Diseño para Fabricación y Montaje): Metodología de diseño con foco en la facilidad de fabricar y de montar elementos, buscando aumentar productividad en su ejecución².



Enabler: Persona, entidad o sistema que hace posible la operación coordinada del engranaje, define reglas comunes, convoca actores y habilita que la red funcione como un solo proceso.



KIT /KITTING: Estrategia logística y de producción que consiste en agrupar, empaquetar y vender por separado componentes o piezas individuales como una sola unidad o “kit”.



LEAN: Cultura y forma de gestión orientada a crear valor con menos recursos y menos desperdicio, mediante mejora continua, colaboración y aprendizaje sistemático³.



MERGE IN TRANSIT: modelo de distribución en que los pedidos provienen desde distintos puntos de despacho (proveedores o plantas) y se consolidan en una sola entrega al cliente, en puntos de consolidación que operan sin inventario lo que permite evitar bodegas de distribución y lograr entregas completas por pedido⁴.



MMC: Los Métodos Modernos de Construcción, se dividen en 7 tipos y corresponden a métodos que utilizan recursos para mejorar la productividad y sustentabilidad de la infraestructura a lo largo de todo el ciclo de vida. Abarcan desde soluciones constructivas, tecnologías, metodologías y procesos que han sido estructurados en siete categorías y que pueden desarrollarse, tanto en obra como fuera de ella⁵.



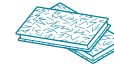
Panelizado 2d: Sistema basado en componentes bidimensionales tipo “placa” (paneles de muro, piso o techo) prefabricados como unidades planas que luego se montan en obra para conformar la envolvente y/o estructura⁶.



Partes y piezas: Componentes estandarizados y codificados definidos con interfaces y tolerancias comunes, para ser fabricados y ensamblados sin ajuste artesanal, gestionados por orden, lote y trazabilidad⁷



P- DfMA: Plataforma de producto con enfoque de DfMA que define un kit de componentes estandarizados, interoperables y diseñados digitalmente, para múltiples tipologías y así minimizar el diseño a medida, habilitando fabricación a escala con procesos repetibles y ensamble eficiente en obra⁸.



SIP: Panel estructural aislado compuesto por un núcleo típicamente de poliestireno expandido de alta densidad entre dos caras estructurales, típicamente OSB, fabricado bajo condiciones controladas⁹.



TAKT: Ritmo objetivo de producción o montaje para cumplir demanda, actúa como el “latido” para balancear estaciones de trabajo y secuenciar entregas y montaje¹⁰.

¹Comité de Construcción Industrializada – CCI (2023). Metodología de construcción industrializada.

²Boothroyd Dewhurst, “What is DFMA? Design for Manufacturing & Assembly Explained”, actualizado el 9 de febrero de 2026, consultado el 19 de febrero de 2026. (DFMA.com)

³Lean Enterprise Institute, “What is Lean?”; y Lean Construction Institute, “What is Lean Thinking?”

⁴Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTEC), Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y Biobío Madera, Guía Introductoria Métodos Modernos de Construcción (MMC) (Chile: CTEC, 23 de abril de 2024), documento PDF.

⁵Ala-Risku, T.; Kärkkäinen, M.; Holmström, J., Evaluating the applicability of merge-in-transit: A step by step process for supply chain managers, *International Journal of Logistics Management (forthcoming)*, Abstract y Introduction, pp. 3–4.

⁶Penn State, PHRC Research Report, *The Essence of Panelized Construction (panelizado como componentes bidimensionales tipo placa para muros, techos y pisos).*+

⁷Consejo de Construcción Industrializada, presentación “Propósito, alcances y configuración” citando Plan de Acción CCI: elementos de CI desde componentes y sistemas lineales hasta panelizados 2D y volumétricos 3D.

⁸Infrastructure and Projects Authority (IPA) y HM Treasury, Reino Unido, *Proposal for a New Approach to Building: Call for Evidence (documento de consulta que define P-DfMA)*, publicado el 26 de noviembre de 2018, sección “Our proposal: a Platform approach to Design for Manufacture and Assembly (P-DfMA)”

⁹Structural Insulated Panel Association, “What are SIPs?” (definición: núcleo aislante entre caras estructurales, típicamente OSB).

¹⁰Lean Enterprise Institute, “Takt Time” (definición y fórmula: tiempo disponible ÷ demanda).

3

¿CÓMO USAR ESTA HERRA- MIENTA?

¿QUÉ ES ESTE TOOLKIT?

Guía práctica orientada a facilitar que las PYMEs de la Región del Biobío se integren a un engranaje productivo, entendido como un modelo colaborativo de producción, que articula aserraderos, empresas metalmecánicas, prefabricadores, actores logísticos y empresas de montaje para fabricar y montar partes y piezas estandarizadas de viviendas en madera, con estándares de calidad repetibles, menor retrabajo y mejor coordinación entre empresas.

¿QUÉ ES UN MODELO DE NEGOCIOS MERGE IN TRANSIT O EL DENOMINADO “ENGRANAJE PRODUCTIVO”?

El “Merge in Transit” es un modelo de distribución en que los pedidos provienen desde distintos puntos de despacho (proveedores o plantas) y se integran en una sola entrega al cliente, en puntos de consolidación que operan sin inventario, lo que permite evitar bodegas de distribución y lograr entregas completas por pedido¹.

Este Toolkit propone un **Engranaje Productivo Territorial Colaborativo** para viviendas industrializadas en madera, integrando diseño, fabricación y montaje. Bajo una lógica Merge-in-Transit, varias PYMEs despachan partes y piezas hacia un centro de consolidación, donde se identifican, verifican y organizan por pedido para asegurar entrega completa y montaje ordenado.

En el presente caso, el objetivo es convertir madera estructural certificada en viviendas con calidad repetible, costos controlados y plazos acotados, articulando aserraderos, panelizadores 2D/SIP, metalmecánica, logística y montaje, con estándares DfMA, kitting, logística secuenciada, trazabilidad e indicadores de desempeño.

¿QUÉ PROBLEMA RESUELVE?

En un contexto marcado por el déficit habitacional, la presión por dar respuesta oportuna a situaciones de emergencia y las brechas de productividad del sector, este modelo de engranaje productivo busca apoyar a las PYMEs en reducir la

¹Ala-Risku, T.; Kärkkäinen, M.; Holmström, J., *Evaluating the applicability of merge-in-transit: A step by step process for supply chain managers*, *International Journal of Logistics Management (forthcoming)*, Abstract y Introduction, pp. 3-4.

fragmentación de la cadena de valor, aumentar la competitividad, estandarizar interfaces y habilitar una cadena de valor capaz de responder a una demanda urgente, con plazos acotados y cumplimiento normativo.

BENEFICIOS PARA TU EMPRESA

Este modelo productivo regional contribuye a cerrar brechas en fabricación, distribución y montaje de partes y piezas en madera para las PYMES de la región, al articular y orientar a los distintos actores de la cadena de valor. De este modo, fortalece sus capacidades para responder de manera coordinada a desafíos y necesidades que históricamente no han podido ser abordados de forma efectiva, evitando la pérdida de oportunidades de negocio y favoreciendo su crecimiento.

- Acceso a demanda coordinada y trabajo por especialidad.
- Menos retrabajo y costos de coordinación por estándares DfMA e interfaces comunes.
- Mayor productividad por kitting, logística secuenciada y control de proceso.
- Evidencias y trazabilidad que facilitan la inspección, aceptación y certificación.

¿QUÉ TRAE ESTE TOOLKIT?

- Definiciones operativas: Enabler, Integración temprana, Trazabilidad, Certificación, Calidad, Lean, etc.
- Roles por eslabón y requisitos mínimos verificables.
- Checklist de preparación y autodiagnóstico de madurez.
- Guía paso a paso para la integración.
- Ruta de pilotaje y aprendizajes del piloto multiempresa.
- Fundamentos técnicos

¿CÓMO LO USO EN 4 ETAPAS?



4.1

ETAPA 1: CONOCE EL MODELO DE ENGRA- NAJE PRO- DUCTIVO

¿POR QUÉ ES DE VALOR UN MODELO DE ENGRANAJE PRODUCTIVO EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO?

Este modelo representa una oportunidad concreta de generar valor, ya que vincula la industrialización de viviendas con una de las principales bases productivas de la región, la industria forestal y maderera, transformándola en una oferta articulada de partes y piezas para soluciones habitacionales en madera, habilitando demanda estable y predecible para las PYMEs que participan en los distintos eslabones de la cadena de valor.

El engranaje también responde a un problema país, el déficit habitacional cuantitativo estimado en 491.804 viviendas según la medición oficial basada en el Censo 2024¹², y se alinea con esfuerzos regionales como el Programa Estratégico de Corfo (Biobío Madera), orientado a industrialización y construcción en madera, con gobernanza regional y actores sectoriales¹³.

Desde el punto de vista de la base productiva, la Región del Biobío concentra una fracción relevante de la producción maderera nacional¹⁴, y hoy se están impulsando iniciativas para asegurar abastecimiento de madera aserrada estructural rotulada, condición habilitante para estandarizar calidad y escalar soluciones.

BENEFICIOS ESPERADOS

- Pertinencia y fortalecimiento local de la madera y producción de viviendas.
- Apoyo directo a PYMEs, mediante un modelo que distribuye la producción según especialidades y promueve la generación de demanda regional por partes y piezas estandarizadas.
- Aumento de productividad.
- Mejor desempeño logístico y de montaje
- Mayor capacidad de respuesta frente a escenarios de emergencia.

¹²Centro de Estudios de Ciudad y Territorio (CECT), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), "Minvu: Déficit Habitacional disminuye y llega a 491.804 viviendas", resultado oficial del déficit habitacional cuantitativo basado en datos actualizados del Censo de Población y Vivienda 2024 (INE).

¹³Comité Corfo Biobío (Fomento Biobío), "CORE aprueba 6 mil millones de pesos a programa Métodos Modernos de Construcción Sostenible Biobío Madera", 25 de marzo de 2024.

¹⁴INFOR, Estadísticas Forestales (sitio nacional): reporta la producción total de madera aserrada en Chile, por ejemplo 2024: 7.036.724 m³. Con estos datos, Biobío representa aproximadamente 37% del total nacional en 2024 (cálculo 2.613.700 / 7.036.724).

DESAFÍOS PRINCIPALES A GESTIONAR

- Asegurar disponibilidad y estandarización de madera estructural.
- Fortalecer la coordinación multiempresa.
- Avanzar en la homologación y control de calidad consistente entre plantas.
- Generar condiciones de continuidad de demanda, que permita a las PYMEs invertir en equipamiento, capacidad operativa y formación sin sobre riesgo.
- Contar con un habilitador o entidad gestora del proceso completo (conexión oferta/demanda).
- Revisar y ajustar los modelos de negocio en torno a construcción industrializada en madera.



¹⁵ Comité de Desarrollo Productivo Regional Corfo Biobío, Resolución Exenta N° 94/2024 (focalización “Bienes Públicos” para plan de descarbonización mediante métodos modernos de construcción sostenible en madera, y coordinación con el Programa Transforma Regional “Métodos modernos de construcción sostenible en madera”), consultado el 24 de febrero de 2026.

¹⁶ Instituto Forestal (INFOR), noticia “INFOR presenta plataforma digital ‘Mercado Madera’...” (presenta Mercado Madera como plataforma digital para conectar actores y facilitar comercialización dentro de la cadena maderera), publicada el 26 de septiembre de 2025, consultado el 24 de febrero de 2026

¹⁷ Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), “Plan de Emergencia Habitacional” (define el Plan, metas por región/comuna y mecanismos de seguimiento), consultado el 24 de febrero de 2026.

¹⁸ SENAPRED, “Vivienda de emergencia” (propósito, carácter temporal y enfoque de estándares mínimos), consultado el 24 de febrero de 2026; y Diario Oficial, Resolución Exenta SENAPRED N° 2.161 (29 dic 2025), “Establece estándares de habitabilidad de viviendas de emergencia...”, publicada el 6 de enero de 2026, consultado el 24 de febrero de 2026.

¹⁹ Plataforma Bloqus (sitio oficial, “Home”, “Quiénes somos” y “Componentes estandarizados”) y Madera21, nota sobre Plataforma Bloqus como bien público CORFO Biobío y mandante DITEC-MINVU, consultado el 19 de febrero de 2026.

HABILITADORES Y ESFUERZOS REGIONALES QUE JUSTIFICAN ESTE MODELO DE NEGOCIO

INICIATIVA	¿QUÉ ES?	¿CÓMO HABILITA AL ENGRANAJE?
Biobío Madera	Programa Estratégico Regional de Métodos modernos de construcción sostenible en madera que busca posicionar a la región del Biobío como un polo de desarrollo de métodos modernos de construcción sostenible en madera ¹⁵ .	Articula acciones, actores públicos y privados para fomentar la Construcción Industrializada, mediante el uso de MMC en madera en la región.
Mercado Madera	Plataforma que publica y encuentra oferta de productos madereros.	En industrialización, actúa como habilitador de flujo de suministro y disponibilidad de insumos (incluida madera para uso estructural, según el desarrollo del mercado) ¹⁶ .
Demanda	Plan de Emergencia Habitacional con metas regionales y mecanismos para abordar el déficit habitacional.	El PEH explicita la búsqueda de procesos “más eficientes, modernos y sostenibles”, lo que abre espacio a soluciones industrializadas, incluyendo madera ¹⁷ ; y ha derivado en un conjunto de normas y decretos ministeriales que regular el desarrollo de soluciones habitacionales industrializadas para el Estado: https://www.minvu.gob.cl/ditec/
Demanda Viv. Emergencia	Necesidad de soluciones de habitabilidad temporal posteriores a una catástrofe, gestionadas bajo estándares de SENA-PRED ¹⁸ .	Dar respuesta a esta demanda mediante partes y piezas en madera es una oportunidad para fomentar este tipo de soluciones y para la producción maderera.
Bloqus	Primera P-DfMA para viviendas sociales en madera, que entrega una biblioteca de componentes estandarizados para la producción de partes y piezas con una calidad y estándar definido ¹⁹ .	Un modelo como el engranaje productivo tiene el potencial escalable para asumir este tipo de demanda y desafío, usando a la plataforma Bloqus como Enabler.

4.2

ETAPA 2: DEFINE TU ROL EN EL- GRANAJE PRODUCTI- VO

ESLABONES CONVOCADOS A SER PARTE DEL ENGRANAJE PRODUCTIVO

ESLABÓN CONVOCADO	ROL	ENTREGABLE MÍNIMO
Aserraderos y Remanufactureros	Transforma trozas en madera estructural seca, clasificada y tratada, con secciones y largos estandarizados para DfMA, entrega paquetes trazables por lote y por kit, habilita precisión y replicabilidad.	Madera estructural certificada + control de humedad + trazabilidad
Metalmecánicas	Diseña y fabrica conectores, placas, anclajes y herrajes compatibles con madera y con las interfaces definidas, asegura recubrimientos y ensayos según criticidad, y provee componentes estandarizados para montaje rápido.	Kit de conectores + trazabilidad
Prefabricadores de partes y piezas	Convierte madera estructural, tableros y conectores en muros, diafragmas y techumbres con control dimensional por etapa, incorpora mecanizados y preinstalaciones cuando aplica, y embala por frente de montaje para sostener el TAKT de producción.	Paneles/partes + Control de calidad + etiquetado + Kit + Embalaje + trazabilidad
Montajista	Ejecuta el ensamble seguro y trazable en terreno, valida obra civil y tolerancias, monta por secuencia definida con control de calidad por hitos, gestiona restricciones con Last Planner, y cierra entregables y evidencias de aceptación.	Control de calidad + trazabilidad
Valor agregado	Traslada trabajo desde obra a un entorno controlado, aplica aislación, sellos, envolvente y terminaciones técnicas, integra preinstalaciones MEP y sistemas energéticos cuando corresponda, y libera subconjuntos listos para montaje con evidencias de calidad.	Control de calidad + trazabilidad

4.3

ETAPA 3: AUTODIAGNÓSTICO Y EVIDENCIAS MÍNIMAS

CHECK LIST INICIAL DE TIPO DE EMPRESA

PREPARACIÓN PARA FORMAR PARTE DE UN MODELO DE ENGRANAJE PRODUCTIVO:

TIPO DE EMPRESA	¿TU EMPRESA ES ALGUNA DE ESTE TIPO?
Cadena de valor crítica: Aserrado y remanufactura (<i>madera estructural, secado, clasificación/rotulado, cepillado y mecanizado</i>).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Metalmecánica y herrajes (<i>conectores, fijaciones, anclajes y elementos especiales</i>). Prefabricación de partes y piezas en madera (<i>paneles, kits, subensambles; control de calidad y trazabilidad</i>).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Montaje y construcción en obra (<i>recepción, instalación, terminaciones básicas y puesta en servicio</i>).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Valor agregado (<i>actividades que mejoran las características físicas de la estructura, así como también, simplifican actividades en obra mediante aplicación de MMC 6 y/o 7</i>).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Si la respuesta es “**SÍ**” eres parte de las potenciales empresas que pueden formar parte de este engranaje productivo.

Si tu respuesta es “**NO**”, tu empresa igualmente puede aportar al engranaje productivo desde un rol complementario. Existen diversas formas de generar valor para la cadena, ya sea mediante servicios, apoyo técnico, articulación entre actores o vinculación con oportunidades de colaboración. Participar en estas instancias permite fortalecer el ecosistema y prepararse para una eventual integración futura al modelo productivo.

CHECK LIST DE DISPOSICIÓN DE COLABORACIÓN

APERTURA DE LA EMPRESA A TRABAJAR CON EL ECOSISTEMA DE FORMA AMPLIADA.

DISPOSICIÓN DE COLABORACIÓN	¿TU EMPRESA ES ALGUNA DE ESTE TIPO?
Estoy dispuesto a compartir experiencia y conocimientos para trabajar de forma coordinada e integrada con otras empresas del rubro.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Tengo un responsable interno (jefatura/supervisor) para coordinar pedidos, calidad y cambios.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Estoy disponible para validación/piloto con medición de KPIs (calidad, plazo, retrabajo).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Si la respuesta a las 3 preguntas es un “**Sí**”, tu empresa está preparada para iniciar un proceso de colaboración productiva.

Si tienes 2 “**Sí**” como respuesta y existe interés en participar en este tipo de modelo, tu empresa presenta una base favorable, aunque aún requiere fortalecer uno de los aspectos evaluados. En ese caso, te recomendamos revisar este documento para identificar la brecha pendiente y definir cómo abordarla de manera satisfactoria.

Si tienes 3 “**No**” como respuesta, es probable que tu empresa aún no cuente con las condiciones mínimas para integrarse en esta etapa. Sin embargo, este toolkit puede servirte como guía para evaluar tu interés, reconocer las capacidades que necesitas desarrollar y trazar una ruta de preparación para una futura incorporación al engranaje productivo.





CHECK LIST CAPACIDADES TÉCNICAS

Con respecto a capacidades técnicas, te pedimos contestar cada pregunta del 0 al 3 y luego sumar tu resultado:

- **0 puntos:** No hay avance en esta capacidad.
- **1 puntos:** Tenemos esta capacidad, pero puntualmente y sin una estructura definida.
- **2 puntos:** Tenemos esta capacidad, pero reconocemos falencias o brechas claves a resolver.
- **3 puntos:** Se cumple satisfactoriamente la capacidad planteada.

CAPACIDADES DE GESTIÓN Y COLABORACIÓN	NIVEL DE MADUREZ			
	0	1	2	3
Puedo cumplir plazos y reportar avance (estado de orden) semanalmente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo un sistema básico de control de calidad (inspección, registro de no conformidades, acciones).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo identificar lotes/piezas y asociarlos a una orden (etiqueta, guía, registro).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo trabajar con planos/listas de corte y controlar revisiones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puedo embalar y despachar con estándares (protección, conteo, daños).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo capacidad instalada (turno, equipos, horas).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acepto operar con interfaces y tolerancias DfMA comunes (no “a criterio de obra”).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cumplo requisitos mínimos de seguridad (EPP, procedimientos, orden, equipos).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PUNTAJE TOTAL				

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

PUNTAJE TOTAL	NIVEL DE PREPARACIÓN	RECOMENDACIÓN
21 - 24	Alto 	Tu empresa presenta un alto nivel de preparación para integrarse al engranaje productivo de partes y piezas para la construcción de viviendas en madera. Se recomienda utilizar este toolkit para orientar y estructurar adecuadamente su proceso de incorporación.
13 - 20	Medio 	Tu empresa cuenta con condiciones relevantes y una base importante para integrarse al engranaje productivo. Se recomienda revisar este toolkit y sus distintos apartados para fortalecer capacidades específicas y abordar este desafío de manera exitosa.
05 - 12	Bajo 	Tu empresa presenta brechas que deben ser abordadas antes de una integración efectiva al engranaje productivo. Se recomienda utilizar este toolkit como guía para identificar desafíos, fortalecer capacidades internas y avanzar progresivamente en su preparación.
00 - 04	Nulo 	Actualmente, tu empresa no cuenta con condiciones suficientes para integrarse al engranaje productivo. Sin embargo, existe una importante oportunidad de desarrollo. Se recomienda revisar este toolkit para reconocer brechas, definir próximos pasos y orientar un proceso de fortalecimiento gradual.



4.4

ETAPA 4: IMPLEMENTACIÓN DE UN ENGRANAJE PRODUCTIVO

La etapa 4 es la de **mayor valor para entender el proceso completo de implementación del engranaje productivo, el cual se compone de 5 pasos clave:**

PASO 1: ROL DEL ENABLER

Este Toolkit da lineamientos para que las PYMEs puedan integrarse a un modelo de negocio de Engranaje Productivo frente a una convocatoria a participar en este tipo de iniciativa colaborativa.

¿QUIÉN GUÍA Y DA LINEAMIENTOS EN ESTE MODELO PRODUCTIVO?

En este contexto, adquiere especial relevancia el rol del enabler o habilitador: En un modelo de producción colaborativa, un enabler es cualquier capacidad, recurso, regla o sistema que crea las condiciones para que varias empresas trabajen de manera coordinada, como si formaran parte de un solo proceso. Su función es articular personas, sistemas, estructuras de negocio y prácticas operativas en un flujo colaborativo²⁰. El enabler será el encargado de convocar a los actores, activar la operación del engranaje productivo y controlar el proceso transversalmente, resguardando la coordinación, la continuidad operativa y el cumplimiento de los estándares definidos.

El enabler, con foco en industrialización de viviendas en madera, estará encargado de:

- Convocar a las empresas del engranaje ante una demanda detectada.
- Almacenar, controlar y revisar planimetrías para las distintas partes y piezas.
- Velar por el cumplimiento, de principio a fin, de los criterios y procesos definidos para la operación del engranaje productivo.
- Definir estándares esperados.

²⁰The American Institute of Architects, California Council (AIACC), *Integrated Project Delivery – A Working Definition*, 2007, p. 1.

EL ENABLER:

- No reemplaza el control de calidad de cada planta.
- No fabrica, lo solicita y da parámetros.
- No se responsabiliza por problemas de seguridad de terceros, exige mínimos de seguridad.
- No compra, gestiona oferta y demanda.

DESAFÍOS

- Integración al engranaje con las empresas preexistentes.
- Colaboración y sinergia corporativa.
- Comunicación continua con la cadena productiva para asegurar procesos.
- Homologación de soluciones a estándar esperado.
- Capacidad convocante.
- Capacidad de gestión e integración.



MATRIZ RACI SIMPLE

ROL	GESTIONA INFORMACION	GESTIONA EL PROCESO	TRANSFORMA MATERIA PRIMA	FABRICA / PRODUCE	CONTROL DE CALIDAD	TRAZABILIDAD	CUMPLIMIENTO NORMATIVAS
Enabler	R-A	R-A	C	C	C-I	C-I	C-I
Aserradero / Remanufacturero	C-I	R	A-R	R	R	R	R
Metalmecánico	C-I	R	R	A-R	R	R	R
Prefabricador	C-I	R	R	A-R	R	R	R
Montajista	C-I	R	I	I	R	R	R

R: Responsable, quien realiza la tarea

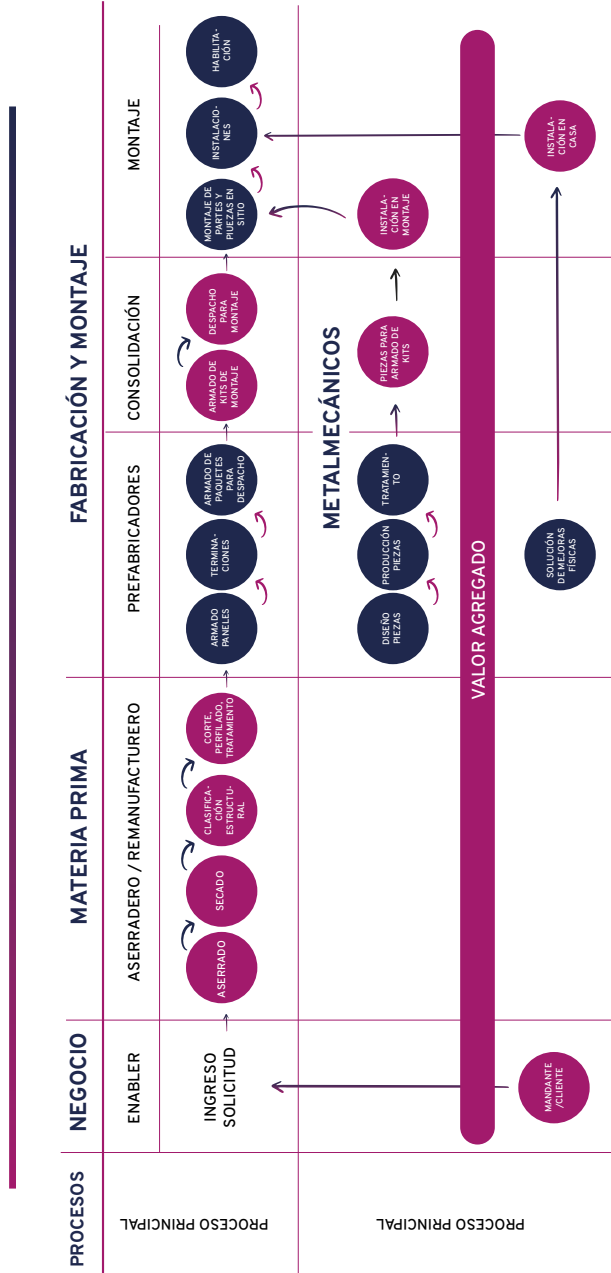
A: Autoridad, responsabilidad del éxito

C: Consultado, aporta información

I: Informado, se mantiene informado del proceso o resultados.

PROCESO PRODUCTIVO

PDT- Impulso PYME 4.0 - Engranaje Productivo



Enabler es el encargado de levantar la solicitud a atender, entregar documentación técnica para el proceso y hacer gestión por eslabón.

Las empresas del proceso principal, son encargadas de operativizar el engranaje, generando partes y piezas en madera, desde la producción de la materia prima, hasta el montaje de estos componentes.

Las empresas asociadas a procesos secundarios pueden integrarse en distintos niveles y momentos de la cadena de valor, contribuyendo al fortalecimiento del engranaje productivo a través de aportes en diseño, mejora de sistemas de unión, optimización de procesos y desarrollo de mejores prestaciones físicas y funcionales de los componentes.





PASO 2: DOCUMENTACIÓN CLAVE Y HABILITADORES DEL PROCESO

¿CÓMO FUNCIONA ESTE APARTADO?

Funciona como guía de los fundamentos técnicos y operativos (habilitadores) en los cuales se basa el engranaje productivo. A su vez, define la documentación mínima que debe estar disponible y vigente para asegurar una operación coordinada, trazable y conforme a los estándares requeridos.

DOCUMENTACIÓN CLAVE:

- Planimetría clara y validada por entidades regulatorias.
- Estándares DfMA, interfaces y tolerancias.
- Plan de aseguramiento de la calidad y puntos de inspección por eslabón.
- Reglas de trazabilidad, etiquetado y flujos de información.
- Reglas logísticas, embalaje retornable, racks, secuencia de entrega.
- Estándares de construcción y montaje.
- Control de versiones.

HABILITADORES DEL PROCESO

INTEGRACIÓN TEMPRANA

Metodología de trabajo que, desde la génesis del proyecto, asegura la participación temprana, coordinada y colaborativa del mandante, diseño, ingenierías, construcción y proveedores de soluciones industrializadas, para alinear objetivos, requisitos normativos y desafíos operacionales, y definir oportunamente solución, proceso e interfaces, reduciendo riesgos y dando mayor certeza en calidad, costos y plazos²¹.

TRAZABILIDAD

Capacidad de seguir un producto, transacción o servicio a lo largo de toda su existencia o cadena de valor, usando un identificador único que permite acceder rápidamente a información ampliada en cada etapa (diseño, fabricación,

almacenaje, transporte y montaje)²².

CERTIFICACIÓN DE MADERA Y MATERIALES

Esquema de control de calidad verificable que permite declarar formalmente que la madera aserrada estructural cumple lo exigido para construcción, asegurando como mínimo humedad, impregnación, dimensiones y grado estructural, con respaldo de laboratorio y/o sistema de control de producción²³.

En viviendas de madera, esto es crítico porque el desempeño real depende de que el material sea consistente y trazable: la clasificación mecánica bajo NCh 3733 exige preclasificación visual y que toda la madera tenga contenido de humedad menor a 20%, además de controles para mantener la calidad del producto. Sin esa certificación, aumentan la variabilidad, las deformaciones, el riesgo de no cumplir resistencias declaradas y el retrabajo en industrialización y montaje. Como soporte, INFOR releva el rol de un laboratorio acreditado ISO 17.025 e inscrito en el Registro Oficial MINVU, que habilita evidencia con reconocimiento formal.



²¹Consejo de Construcción Industrializada (CCI), *Guía práctica de integración temprana en construcción industrializada (definición de ITCI y propósito)*, difundida en el marco del lanzamiento 2024.

²²Krauss y Krauss, clase “PDT Impulso PYME 4.0, Trazabilidad en el engranaje productivo”, 28 de agosto de 2025, notas de reunión (Gemini), definición de trazabilidad e importancia del identificador único.

²³Instituto Forestal, INFOR, presentación “Industrializadoras y déficit habitacional” (septiembre 2025), láminas “¿Por qué controlar?”, donde se define el control de calidad de materiales y se explicita que se debe controlar humedad, impregnación, dimensiones y grado estructural, con respaldo de laboratorio acreditado ISO 17025 e inscrito en Registro Oficial MINVU (LME-INFOR).

CALIDAD

Es la capacidad del sistema para cumplir consistentemente lo prometido al cliente, entregando piezas sin deficiencias y con los atributos requeridos, mediante procesos internos que reducen reproceso y desperdicio, es decir, combinando calidad de proceso y calidad objetivo²⁴.

En la práctica, se operacionaliza como una **disciplina de “entrada-proceso-salida”**: control en recepción de materias primas y en preembarque, más autocontrol en línea por operadores y supervisores (cada estación es “cliente-proveedor” de la siguiente), **soportado por documentación, capacitación, control de proceso e indicadores, y orientado a una mejora continua**.

LEAN CONSTRUCTION

Enfoque de gestión de producción aplicado a la entrega de proyectos que busca maximizar el valor para el cliente y las partes interesadas y **reducir/eliminar desperdicios a lo largo de todo el proceso de diseño y construcción**, promoviendo colaboración, relaciones y mejora continua²⁵.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE VALOR

- <https://ctecinnovacion.cl/wp-content/uploads/2024/04/Guia-Introduccion-Metodos-Modernos-de-Construccion-v2>
- https://madera.uc.cl/images/recursos/Guia_Disenio_e_industrializacion_en_madera.pdf
- <https://cenamad.cl/wp-content/uploads/2024/02/Manual-de-Rotulado-Maderas-UBB.pdf>
- <https://construccionindustrializada.cl/documentos-tecnicos/>
- <https://biobiomadera.cl/repositorio/competencias-para-la-implementacion-de-metodos-modernos-de-construccion-en-madera/>

²⁴Lumber Quality, clase “PDT Impulso PYME 4.0, Calidad en el engranaje productivo”, 13 de agosto de 2025 (notas de transcripción Gemini), definición de calidad, dimensiones (proceso/objetivo) y estructura operacional (control de entrada/salida, autocontrol en proceso, documentación y capacitación).

²⁵Lean Construction Institute, “Lean Construction”, sección “What is Lean Construction?”, consultado el 20 de febrero de 2026.

PASO 3: CAPACIDADES TÉCNICAS

CLAVE POR ESLABÓN

¿CÓMO FUNCIONA ESTE APARTADO?

Este apartado está **diseñado para que cada empresa evalúe, de manera individual, las capacidades que le corresponden según su rol dentro de la cadena de valor.** Para ello, debe revisar únicamente la sección asociada a su especialidad y verificar si cuenta con las condiciones técnicas mínimas para participar en un engranaje productivo de partes y piezas en madera. Es importante mencionar que tal vez hay actividades tercerizadas, pero que, si se manejan y/o aplican, cumplen con el requisito.

Si la empresa identifica que no cumple con alguno de los requerimientos, este apartado le permite reconocer esa brecha y orientar la definición de acciones para abordarla, ya sea mediante fortalecimiento interno, apoyo externo, articulación con terceros o mejoras en su forma de operar. De esta manera, la evaluación no solo permite determinar el nivel de preparación actual, sino también identificar los pasos necesarios para avanzar hacia una participación efectiva en este modelo productivo.

Los conceptos pueden parecer complejos, el criterio de cumplimiento, tiene relación con que cuenten con la capacidad mínima/acción, las evidencias son solo puntos de inspección que robustecen el análisis y el desarrollo de las empresas, pero no son excluyentes.



CAPACIDADES TÉCNICAS ASERRADEROS

CAPACIDAD MÍNIMA	EVIDENCIA	CUMPLE
Trabajo con pino radiata de origen legal, loteado por turno/corrida	Órdenes de compra y facturas, guías de despacho, contratos, certificaciones	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Clasificación estructural de madera producida - Según NCh 1207 of. 2005 o NCh 1990 of. 1986	Instructivos, reportes de auditoría, registros de certificaciones, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Control de humedad de madera - Demuestra CH < 19% según la NCh 176/1 of. 2019	Procedimientos de medición, certificados de calibración, informes emitidos, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dispone capacidad de secado o contratos de secados que aborden su producción	Ficha de maquinaria, plan de mantenimiento, contrato con terceros, certificados, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Procesos de impregnación de la madera con certificación	Certificado, especificación de productos, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensionamiento de madera - Según tolerancias de NCh 2824 of. 2019	Procedimiento, plan de muestreo, calibraciones, reportes, certificados, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Sistema de identificación y trazabilidad de la madera por lote	Procedimiento de identificación, formato etiquetas, reglas de codificación, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento y control de ritmos de producción y despacho	Flujo de proceso con ritmos de trabajo	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

Tabla 1: Capacidades técnicas esperadas para Aserraderos. Fuente: Elaborado por CTEC para el programa Impulso PYME 4.0.

CAPACIDADES TÉCNICAS EMPRESAS METALMECÁNICAS

CAPACIDAD MÍNIMA	EVIDENCIA	CUMPLE
Conocimiento en el diseño y producción de conectores para madera	Portafolio de conectores fabricados (fichas técnicas), planos de fabricación, especificaciones de material, procedimientos de fabricación, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad de fabricar bajos estándares para construcción en madera según NCh 1198 of.2024	Declaración de cumplimiento normativo (checklist interno), especificación de acero (calidad, espesor), procedimiento de inspección dimensional, certificados de recubrimiento (galvanizado/-pintura) si aplica.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento de requerimientos normativos para diseños en madera	Matriz normativa interna (qué aplica a conectores para madera, criterios de corrosión/ambiente, requisitos de fijación), protocolos de revisión de diseño (checklist), registros de revisión	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad de despacho de kits de conectores	Procedimiento de kitting y embalaje, lista de kits estándar por tipología (kit de muro, kit de anclajes, kit de cerchas, etc.), instructivo de conteo y verificación, estándar de rotulación de cajas	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Sistema de trazabilidad de piezas	Estándar de codificación (ID de pieza + ID de lote), formato de etiqueta (QR/código barra), base de datos, plano versión, material, recubrimiento, control de calidad	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento y control de ritmos de producción y despacho	Flujo de proceso con ritmos de trabajo	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

CAPACIDADES TÉCNICAS EMPRESAS PREFABRICADORAS DE PARTES Y PIEZAS

CAPACIDAD MÍNIMA	EVIDENCIA	CUMPLE
Planta de producción de paneles Entramado ligero/SIP	Manual o procedimiento calidad, plan de inspección por estación, criterios de aceptación dimensional y de ensamble y acciones correctivas	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Equipo capacitado para fabricación y manejo de herramientas /carpinteros calificados.	Matriz de competencias por puesto, registros de capacitación (inducción, seguridad, herramienta crítica), certificaciones si aplica (operación maquinaria, izaje, prevención)	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Sistema de etiquetado y trazabilidad	Estándar de codificación (ID panel/kit/lote), formato de etiqueta (QR/código barra), política de control de versiones de planos, etc.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Plan de aseguramiento de la calidad de los materiales	Especificaciones de compra (madera estructural, tableros, aislación, adhesivos, fijaciones), criterios de recepción, exigencia de certificados (ej. madera certificada)	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Manejo de almacenaje y planes de logística	Procedimiento/definición de zona de acopio (vertical/horizontal), protección climática, procedimiento de embalaje, estándar de racks/amarres, plan de despacho por secuencia	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Línea de producción definida, con estaciones de trabajo y responsabilidades definidas	Mapa de proceso (flujo), definición de estaciones, roles por estación (RACI interno), tiempos estándar por operación, plan diario/semanal	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento y control de ritmos de producción y despacho	Flujo de proceso con ritmos de trabajo	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

CAPACIDADES TÉCNICAS EMPRESAS MONTAJISTAS

CAPACIDAD MÍNIMA	EVIDENCIA	CUMPLE
Personal capacitado para montar/ carpinteros calificados	Nómina de cuadrillas y roles, CV o experiencia por cargo, registros de inducción (obra y sistema), capacitaciones por oficio, certificaciones/licencias si aplican.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento y experiencia en construcción de viviendas	Portafolio de obras (fichas, fotos, mandantes), contratos u órdenes de servicio anteriores	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento en metodologías de construcción con madera.	Manuales/instructivos internos de montaje en madera (entramado/SIP), procedimientos de control de calidad y procesos.	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad de planificación, programación y control de obra	Programación (Gantt o plan maestro), plan de montaje por zonas/frentes, matriz de recursos (grúa, herramientas, cuadrillas)	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad de gestión logística	Plan logístico (recepción, descarga, acopio, rutas internas), plan de izaje, layout de acopio y circulación, estándar de embalaje y protección	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad para el aseguramiento de la calidad	Plan de inspección de montaje, criterios de aceptación por hito (anclajes, plomo, nivel, fijaciones, sellos).	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Capacidad de trazabilidad de los elementos	Estándar de captura (ID de panel/kit), procedimiento de registro (app/planilla), estructura de "as-built" y control de versiones	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Conocimiento y control de ritmos de producción y despacho	Flujo de proceso con ritmos de trabajo	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación del nivel de preparación de la empresa en relación con las capacidades mínimas.
- Comprensión e incorporación de los conceptos y requisitos presentados, junto con la información complementaria a este Toolkit.
- Definición de brechas y avance progresivo en el desarrollo de capacidades mínimas hasta alcanzar los niveles más avanzados para participar de forma exitosa en un modelo productivo como el planteado.

RECOMENDACIONES

- Realizar autodiagnóstico.
- Utilizar este toolkit como base para abordar brechas.
- Definir interés real en abordar brechas y ubicarse dentro de la hoja de ruta propuesta.
- Considerar que estas capacidades son mínimas, por lo que la inversión en tecnología y maquinaria especializada puede fortalecer significativamente la propuesta de valor y las oportunidades de participación en este tipo de modelo productivo.



Visita PDT a IDV.

PASO 4 - PILOTAJE

¿CÓMO FUNCIONA ESTE APARTADO?

En esta fase se pone a prueba una solución en condiciones reales y operativas, pero aún con un alcance limitado. A diferencia de la validación (más exploratoria), en un piloto se busca medir viabilidad real, antes de comprometer recursos significativos con el fin de reducir riesgos e identificar brechas a tiempo²⁶.

Este paso busca tomar la documentación que entregará un enabler, los habilitadores necesarios y actores que cumplan con las capacidades técnicas mínimas para llevar a cabo un piloto para probar el modelo productivo.

UN PILOTAJE PERMITE:

- Probar soluciones a baja escala
- Detectar ajustes que se deban realizar a los procesos
- Entrenar antes de realizar un servicio a mayor escala

¿CÓMO DESARROLLAR UN BUEN PILOTO?

DEFINIR EL ALCANCE DEL PILOTO:

- ¿Dónde se va a probar?
- ¿Durante cuánto tiempo?
- ¿Qué equipos participan?
- ¿Cuáles son los requisitos previos para desarrollar el piloto?
- ¿Cuál es el alcance de la participación de cada actor?
- ¿Cuáles son los ritmos/takt time de producción, despacho y montaje?

ESTABLECER UN PRESUPUESTO:

- Puede incluir desarrollo, materiales, capacitaciones, personal de soporte, etc. Es importante que el presupuesto esté aprobado antes de comenzar.
- El presupuesto debe considerar cómo serán los flujos de costos, de

²⁶Association for Project Management (APM), "What is the difference between a trial and a pilot?"; sección "Definition: Pilot", consultado el 18 de febrero de 2026

abastecimiento y los operativos para evaluar adecuadamente los valores.

SEGUIMIENTO ESTRUCTURADO:

- Reuniones de seguimiento, ajustes en tiempo real, feedback documentado.
- Reunión de cierre de hallazgos.

EVALUACIÓN FINAL DEL PILOTO:

- Reporte con indicadores, aprendizajes, desafíos y decisión: ¿escalamos, repetimos o terminamos?

RECOMENDACIONES

- Documentar todos los hallazgos posibles.
- Mantener apertura a la prueba y error, los pilotos existen para fallar y luego ajustar.
- Tener en consideración que el metro cuadrado unitario de un piloto suele ser más caro que una producción ordinaria, debido a su carácter exploratorio, de ajuste y validación operativa.
- Realizar reunión de cierre para ajustes y feedback.
- Incorporar una lógica de mejora continua en base a la experiencia adquirida.



Visita PDT a Premad.

PASO 5 - OPERACIÓN EN EL ENGRANAJE

¿CÓMO FUNCIONA ESTE APARTADO?

La integración a la operación del engranaje corresponde a la etapa siguiente al proceso de validación, prueba y ajuste del o los pilotos. Una vez cumplida esa fase, el enabler o habilitador articula la incorporación de la experiencia piloto al modelo de engranaje productivo, promoviendo su proyección hacia una operación más estable y estructurada. Esta incorporación puede considerar la ampliación del conjunto de empresas participantes, la redefinición de roles, alcances y responsabilidades, la identificación de nuevos desafíos a abordar y la implementación de ajustes en diseño, estándares de calidad y criterios operativos aplicables a futuros proyectos.

*Integrarse no es solo ser parte de un grupo de empresas; es coordinar, gestionar y consolidar el valor generado. Por lo tanto, en esta etapa se dan los **lineamientos para formalizar** la participación en el engranaje productivo.*

PUNTOS MÍNIMOS PARA LA INTEGRACIÓN

- Contar con resultados de experiencias piloto y ajustes en base a estas.
- Cumplir con condiciones básicas de aseguramiento de la calidad.
- Asegurar la trazabilidad de la operación.
- Demostrar compromiso con plazos y reportabilidad.
- Conocer y definir tanto el proceso interno, como el takt time del engranaje completo.
- Cumplir con condiciones mínimas de seguridad para la operación.

ROLES CLAVE

- Enabler: activa esta búsqueda y gestiona el engranaje.
- Empresas integrantes: deben cumplir con requisitos técnicos y de colaboración.
- Financiamiento: este aspecto es gestionado por el enabler en coordinación con el mandante o entidad que impulsa el requerimiento específico.

INFORMACIÓN A LEVANTAR:

- Tiempos de respuesta, es importante medir y ajustar los tiempos entre la solicitud de inicio del engranaje, hasta que se active el proceso productivo y hasta la entrega final.
- Tiempos de fabricación y montaje, es importante medir y ajustar los tiempos estipulados/esperados para dar respuesta a solicitudes.
- Integración de soluciones, un punto primordial en un modelo productivo entre varios proveedores, es que las partes y piezas encajen y cumplan con los mismos estándares.
- Ajustes necesarios para aplicar al diseño, en base a feedback de producción y de montaje.
- Origen y cumplimiento normativo de materiales, especialmente de madera estructural.

RESULTADO ESPERADO:

- Un engranaje productivo conformado por un conjunto de empresas especializadas que cumplen con los requisitos técnicos, normativos y de colaboración exigidos.
- Una capacidad productiva articulada, capaz de responder a requerimientos en plazos acotados y con altos estándares de calidad.
- Un mayor fortalecimiento e involucramiento de las PYMEs de la región en procesos de construcción industrializada.
- Un impulso al uso de madera estructural regional en soluciones constructivas.
- La posibilidad de escalar estas soluciones, pasando desde viviendas de geometría y requerimientos básicos hacia proyectos habitacionales más complejos y exigentes.

RECOMENDACIONES

- Mantener una plataforma de comunicación con empresas.
- Mantener actualizado el pool = grupo de empresas participantes.
- Revisar, conocer y entender el rol y el alcance de cada actor a la hora de producir.

5

EXPERIEN- CIA PILOTO - PDT IMPUL- SO PYME 4.0

En el marco del Programa de difusión tecnológica, luego de la transferencia de capacidades, se puso a prueba la operación de un engranaje productivo que tuvo como desafío la producción real de un prototipo de vivienda industrializada en partes y piezas de madera.

ANTECEDENTES:

- **OBJETIVO:** Simular un Engranaje productivo para la construcción de partes y piezas en madera de una vivienda de emergencia, para luego montar un prototipo a escala real.
- **¿POR QUÉ UNA VIVIENDA DE EMERGENCIA?:** Por la sencillez en su diseño, el alto potencial de estandarización, tamaño de estas viviendas y el potencial negocio que representa abordar esta demanda que asciende en promedio a 300 unidades anuales en la región.
- **SOLUCIÓN:** Desarrollo de un modelo de vivienda de emergencia en madera, generado a partir de partes y piezas, diseñado con la experiencia de la cadena de valor completa, fabricado entre 4 panelizadores distintos regionales, con madera producida por 2 aserraderos locales y montado por una constructora interesada en la industrialización de viviendas.

ALCANCES:

- Desarrollo dentro del contexto del Programa de Difusión Tecnológica (PDT) Impulso PYME 4.0 que cuenta con financiamiento para el ejercicio de pilotaje.
- Enabler: CTEC, empresa ejecutora del PDT y su rol será solo para este ejercicio.
- Diseño desarrollado por una empresa PYME de la región capaz de generar partes y piezas en madera con mirada de DfMA.

DESAFÍOS:

- Articular la participación de 10 PYMEs de los sectores maderero y construcción en un proceso colaborativo.
- Desarrollar un diseño funcional, escalable, repetible y estandarizado, conforme a normativas y estándares aplicables.
- Fabricar una vivienda a partir de partes y piezas producidas por 4 empresas diferentes.

- Ejecutar un montaje exitoso, coordinado y eficiente.
- Aplicar metodologías habilitadoras de la construcción industrializada y estándares del uso de madera.

ACTORES INVOLUCRADOS

- **Enabler:** CTEC – Centro Tecnológico para la Innovación en Construcción.
- **Diseño:** BIM C – Empresa dedicada al diseño estructural de viviendas en madera.
- **Madera estructural:** Maderas Villagra y Promaest, empresas ubicadas en Santa Juana y Los Ángeles respectivamente.
- **Paneles de Piso y Techumbre:** Nexus y Bellomuro, empresas especializadas en paneles SIP, ubicadas en Los Ángeles y Talcahuano respectivamente.
- **Paneles de muro:** IDV – Industrializadora de Viviendas y Premad-Loncura, empresas especializadas en paneles de entramado ligero de madera, ubicada en Santa Juana.
- **Conectores metálicos:** Maqlaser, empresa especializada en conectores para madera, ubicada en Los Ángeles.
- **Montajista/constructora:** Constructora Encina, encargada de montar paneles y construcción de la vivienda, ubicada en Arauco.
- **Pinturas de protección:** Ditnova – empresa dedicada a la confección de pinturas con tecnología que mejora las características físicas de la madera, ubicada en Cañete.





RESULTADOS / ACIERTOS

- Construcción y montaje total en 7 días.
- Fabricación en 2 días.
- Montaje de paneles prefabricados realizado en 2 días.
- Coordinación entre las partes e integración temprana de actores.
- Empresas con capacidades idóneas para asumir el desafío.
- Mayor inversión de tiempo en la etapa de diseño antes de producir.
- Sistema de montaje y ensamble entre elementos producidos por distintos fabricantes.
- Calidad homogénea de los paneles (sin errores de calidad de materiales o dimensionado, entre otros).
- Resultado de habitabilidad elevada.
- Equipo de montajistas/carpinteros expertos y resolutivos.

MANUEL ALARCÓN

CONSTRUCTORA
ENCINA

“La experiencia de montar el piloto y el PDT ha sido una experiencia enriquecedora, ya que nos permite encaminarnos a poder tener nuestra propia planta industrializadora, ya que es lo que tanto queremos”.

“El enfoque y charla de calidad, reforzó la importancia de tener una buena calidad en los procesos y nos redirigió el enfoque para la mejora continua en nuestra empresa”.

JUAN CARLOS
ORTIGOSA

IDV

SOFÍA
VILLAGRA

MADERAS
VILLAGRA

“Para derribar el mito de que la construcción en madera es precaria, debemos nosotros asegurarnos de que nuestros productos cumplan los estándares esperados. El PDT nos permitió interiorizarnos en la construcción industrializada y abrió puertas a nuevos nichos de negocio.”

MEJORAS

- Codificación de partes y piezas más simples para comprensión veloz.
- Definir planes de corte de madera para optimizar uso del material
- Ajustes en planimetría para mejorar fabricación y montaje.
- Plano de montaje con secuencia de montaje definida.
- Optimizar cantidad de despachos para disminuir costos.
- Disminuir la cantidad de tipos de paneles, en especial para soluciones de esquina

*Importante contar con **centros de consolidación** en distintas ubicaciones para disminuir costos de despacho.*

DESAFÍOS

- Aumentar el nivel de terminación de los paneles para disminuir actividades en obra.
- Aumentar el tamaño de paneles para menos izajes (en caso de utilizar grúa).
- Crear manual de producción y montaje simple y gráfico con toda la información.
- Coordinación de despachos, explorar centros de consolidación por zona para disminuir despachos.
- Escalabilidad del negocio.

6

CIERRE Y CONCLU- SIONES

La experiencia de pilotaje desarrollada en el marco del PDT Impulso PYME 4.0 permitió demostrar que el engranaje productivo constituye una alternativa concreta para articular las capacidades existentes en la Región del Biobío y transformarlas en una oferta coordinada de partes y piezas para soluciones habitacionales en madera. A su vez, el piloto evidenció que su viabilidad no depende del desempeño aislado de una empresa, sino de la capacidad conjunta de operar bajo principios de integración temprana, estándares comunes, trazabilidad, control de calidad, coordinación logística y una definición clara de los roles de cada actor.

A partir de estos aprendizajes, este Toolkit se presenta como una guía práctica orientada a que las empresas del Biobío reconozcan su rol dentro de un engranaje productivo, evalúen su nivel de preparación, identifiquen brechas y reúnan las evidencias mínimas necesarias para avanzar de manera progresiva hacia una participación efectiva en un modelo colaborativo de producción. Más que un documento de consulta, constituye una herramienta de orientación para fortalecer capacidades, ordenar requisitos mínimos y promover una forma de trabajo basada en estándares comunes.

En esta línea, la principal invitación para las empresas no es asumir todas las funciones de la cadena, sino identificar con claridad dónde pueden aportar valor, qué capacidades deben consolidar y cómo integrarse a una lógica territorial de colaboración productiva. El desafío futuro no radica solo en fabricar más, sino en consolidar una red regional confiable, articulada y escalable, capaz de responder con calidad, oportunidad y cumplimiento a distintas demandas habitacionales. De este modo, este Toolkit entrega una base concreta para que el ecosistema regional avance desde el aprendizaje y el pilotaje hacia la consolidación de un modelo de encadenamiento productivo viable, confiable y sostenible para la Región del Biobío.

PASOS A SEGUIR

- Formalizar un grupo inicial de empresas habilitadas.
- Definir el Enabler en la región.
- Estandarizar documentación, calidad, codificación y trazabilidad.
- Implementar una coordinación operativa común entre producción, logística y montaje.
- Ejecutar nuevos pilotos con foco en productividad, costo y escalabilidad.
- Vincular el engranaje con demanda pública y privada estable.

DESAFÍOS CRÍTICOS

- Asegurar continuidad de demanda.
- Reducir la variabilidad entre empresas.
- Mejorar trazabilidad y control documental.
- Optimizar logística y secuencia de montaje.
- Fortalecer la mano de obra y capacidades técnicas.

*El piloto ya demostró que el engranaje puede funcionar. El paso siguiente es consolidarlo como un **modelo de negocio territorial, con reglas claras, empresas habilitadas y una operación capaz de responder con calidad, plazo y escalabilidad.***



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ala-Risku, T., Kärkkäinen, M., & Holmström, J. (2003). Evaluating the applicability of merge-in-transit: A step by step process for supply chain managers. *The International Journal of Logistics Management*, 14(2), 67–81.
- Association for Project Management. (2021, June 25). What is the difference between a trial and a pilot?
- Bloqus. (s. f.-a). Bloqus.
- Bloqus. (s. f.-b). Componentes estandarizados.
- Bloqus. (s. f.-c). Quiénes somos.
- Boothroyd Dewhurst. (2026, March 12). What is DFMA? Design for manufacturing & assembly explained.
- Centro de Estudios de Ciudad y Territorio, & Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2025, October 3). Minvu: Déficit habitacional disminuye y llega a 491.804 viviendas.
- Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción, Cámara Chilena de la Construcción, & Biobío Madera. (2024, April 23). Guía introductoria: Métodos modernos de construcción (MMC).
- Comité de Desarrollo Productivo Regional del Biobío. (2024a, March 25). CORE aprueba 6 mil millones de pesos a programa Métodos Modernos de Construcción Sostenible Biobío Madera.
- Comité de Desarrollo Productivo Regional del Biobío. (2024b). Resolución exenta N.º 94/2024 [Focalización del instrumento “Bienes Públicos”].
- Consejo de Construcción Industrializada. (s. f.). Propósito, alcances y configuración [Presentación].

- Consejo de Construcción Industrializada. (2022). Metodología para la construcción industrializada.
- Consejo de Construcción Industrializada. (2024). Guía práctica de integración temprana en construcción industrializada.
- Infrastructure and Projects Authority, & HM Treasury. (2018, November 26). Proposal for a new approach to building: Call for evidence.
- Instituto Forestal. (2025, September 26). INFOR presenta plataforma digital “Mercado Madera” en seminario sobre manejo sostenible de bosques nativos.
- Instituto Forestal. (2026). Estadísticas forestales [Plataforma estadística].
- Jellen, A. C., & Memari, A. M. (2024). The essence of panelized construction (PHRC Research Report No. 113). Pennsylvania Housing Research Center.
- Lean Construction Institute. (s. f.-a). Lean construction.
- Lean Construction Institute. (s. f.-b). What is lean thinking?
- Lean Enterprise Institute. (s. f.-a). Takt time.
- Lean Enterprise Institute. (s. f.-b). What is lean?
- Madera21. (s. f.). Bloques: Primera plataforma colaborativa para la construcción de viviendas industrializadas.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2022, March 14). Plan de Emergencia Habitacional 2022–2025.
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. (s. f.).

Vivienda de emergencia.

- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. (2025, December 29). Resolución exenta N.º 2.161: Establece estándares de habitabilidad de viviendas de emergencia y deja sin efecto resolución exenta N.º 1.448, de 2023.
- Structural Insulated Panel Association. (s. f.). What are SIPs?
- The American Institute of Architects, California Council. (2007). Integrated project delivery: A working definition.



TOOLKIT ENGRANAJE PRODUCTIVO CTEC

Comité Desarrollo Producción Regional
BIOBIO
por CORFO

CORFO