

# CASOS DE INNOVACIÓN

Casos chilenos de modelos de estrategia e implementación para la industria de la **construcción**.

## RENAV 2026

---



**CDT**  
Somos CChC



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION



---

# I Índice

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Contexto .....                                      | 3  |
| Casos .....                                         | 5  |
| Tecno Panel   La Chacra .....                       | 5  |
| Patagual Home   Jardines de San Pedro .....         | 21 |
| Cerro Moreno Sur   Condominio Las Golondrinas ..... | 33 |
| Conclusiones .....                                  | 45 |

## I Contexto

Innovar en construcción no significa necesariamente inventar una nueva tecnología. Tampoco se trata de innovar por innovar: la innovación es un medio, no un fin en sí mismo. Su valor está en la capacidad de resolver problemas concretos, mejorar procesos y generar mejores resultados. Muchas veces, ese proceso comienza de una forma menos evidente: identificando un problema que se ha vuelto parte de la rutina, cuestionando una manera de hacer las cosas o descubriendo que una solución que funciona en un contexto puede adquirir un nuevo valor cuando se adapta a otro.

Esa mirada está en el origen de Casos de Innovación, iniciativa impulsada desde 2022 por la Cámara Chilena de la Construcción para identificar, documentar y difundir experiencias exitosas de innovación desarrolladas por sus empresas socias. Más que exhibir soluciones terminadas, el propósito es abrir el proceso que existe detrás de ellas: qué problema intentaron resolver las empresas, qué alternativas evaluaron, qué decisiones tomaron, dónde encontraron resistencia, qué tuvieron que corregir y qué aprendizajes pueden servir a otros actores de la industria.

La edición 2026 pone ese proceso en primer plano. Los tres casos reunidos en este documento pertenecen al sector vivienda, pero parten de desafíos muy diferentes. Uno se pregunta cómo llevar la construcción industrializada a un proyecto de vivienda social de gran escala y articular para ello capacidades industriales, actores locales, organismos públicos y comunidad. Otro cues-

tiona un sistema de montaje que parecía exigir cada vez mayor precisión en terreno y descubre que el problema podía resolverse rediseñando la interfaz entre fábrica y obra. El tercero comienza midiendo los residuos de sus proyectos y termina transformando su manera de planificar y controlar la construcción mediante BIM y realidad aumentada.

Las experiencias son distintas, pero comparten una característica: en los tres casos, la solución inicial tuvo que probarse y ajustarse en la práctica. Tecno Panel testó la logística antes de escalar el traslado de cientos de módulos y convirtió un incidente durante un despacho en información para ajustar el proceso. Patagual Home descubrió en su primer piloto que un problema de montaje no provenía del diseño del nuevo conector, sino de cómo se había comunicado la instrucción a la cuadrilla. Cerro Moreno Sur comprobó que una tecnología adecuada podía igualmente fracasar si la organización no estaba dispuesta a incorporarla a su rutina o si la obra no contaba con una infraestructura tan básica como una conexión estable a internet.

Por eso, esta edición pone el foco no solo en los resultados obtenidos, sino también en el camino que permitió alcanzarlos: las hipótesis que se descartaron, los obstáculos técnicos y culturales, los errores de implementación y las capacidades que las empresas tuvieron que desarrollar para avanzar. En los tres casos, además, aparece una lección común: innovar no consiste necesariamente en hacerlo todo distinto,

---

sino en identificar con precisión dónde vale la pena intervenir y concentrar allí los esfuerzos.

Documentar ese recorrido permite que la experiencia trascienda a la empresa que la desarrolló. Los casos que siguen buscan hacer visibles decisiones, métodos y aprendizajes que pueden ser transferibles. Porque una innovación adquiere un valor mayor para la industria cuando, además de resolver un problema concreto, ayuda a otros a preguntarse de una manera distinta cómo resolver los propios.



# CASO: LA CHACRA

## Ficha del proyecto

**Empresa:** Tecno Panel (Tecno Truss S.A.), Grupo Tecno Fast

**Proyecto:** La Chacra, Castro, Chiloé

**Año:** 2026

**Sector:** Vivienda

**Tipo de innovación:** Innovación organizacional y de modelo de ejecución, habilitada por construcción industrializada.

**Alcance:** 600 viviendas: 248 casas y 352 departamentos distribuidos en 22 torres.

**Superficie:** 13 hectáreas.

**Inversión pública del proyecto:** más de \$62.000 millones.

**Inversión privada en planta de Puerto Varas:** US\$15 millones

**Estado:** En ejecución

**Actores:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SERVIU Los Lagos, Municipalidad de Castro, Inmobiliaria Casa Activa, Constructora Baquedano Sur, Tecno Panel y cinco comités de vivienda.

### Hitos clave:

- Fines de 2022 comienza la evaluación de una nueva planta en el sur y de las distintas alternativas de localización.
- Agosto de 2024 comienza la organización formal de la demanda habitacional junto a Casa Activa y los comités de vivienda.
- Septiembre de 2025 se asignan los subsidios del proyecto.
- Octubre de 2025 se realiza la primera piedra de La Chacra.
- Diciembre de 2025 Tecno Panel inaugura su nueva planta industrializada en Puerto Varas.
- Junio de 2026 se realiza el primer traslado piloto de módulos desde Puerto Varas hacia Chiloé.

## I Dónde está la innovación

Tecno Panel llevaba décadas trabajando con construcción industrializada antes de llegar a La Chacra. La innovación del proyecto no está, por tanto, en fabricar módulos, sino en desarrollar un modelo de ejecución que cambia cómo y dónde se produce una vivienda social y cómo se distribuyen las responsabilidades entre los actores que participan del proyecto.

El modelo separa parte de la producción de la construcción en terreno: Tecno Panel instala capacidad productiva en la región, participa desde el diseño y se asocia con una constructora local en vez de reemplazarla. La construcción modular es la tecnología que lo hace posible; lo nuevo está en cómo se organiza el sistema para aplicarla a vivienda social de gran escala.

Ese cambio obligó también a adaptar la forma de trabajar de otros actores.

La constructora tuvo que sincronizar caminos, fundaciones y obras civiles con una fábrica que avanzaba en paralelo; SERVIU incorporó controles directamente en la línea de producción; y los cinco comités de vivienda participaron tempranamente en la organización de una demanda que debía compatibilizar distintas tipologías y necesidades.

La apuesta, además, comenzó antes de que existiera certeza sobre qué proyecto utilizaría esa capacidad. Tecno Panel comprometió US\$15 millones en la planta de Puerto Varas antes de que La Chacra estuviera adjudicada, encargando líneas de producción a Alemania con más de un año de anticipación. La decisión no respondía únicamente a este proyecto, sino a la expectativa de desarrollar un mercado para la construcción industrializada en el sur.

Lo replicable no es la planta ni el módulo en sí mismos, sino la lógica detrás del modelo: definir tempranamente qué parte del proyecto se produce, qué parte se construye en terreno, quién es responsable de cada una y cómo deben coordinarse para funcionar como un solo sistema.

|                                                             | Esquema convencional                                                              | Modelo La Chacra                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dónde ocurre la construcción</b>                         | Principalmente en la obra, donde se concentran materiales, trabajadores y faenas. | Una parte relevante se produce en la planta de Puerto Varas, mientras las obras civiles avanzan en paralelo en Castro.                      |
| <b>Cómo se relacionan fábrica y obra</b>                    | La ejecución se organiza principalmente en torno al avance del terreno.           | Fábrica y terreno se planifican como partes de un mismo programa y deben avanzar sincronizados.                                             |
| <b>Rol del industrializador</b>                             | Participa principalmente como proveedor de una solución o componente.             | Entra desde etapas tempranas como socio industrial y participa en la coordinación del proyecto.                                             |
| <b>Rol de la constructora local</b>                         | Concentra gran parte de la ejecución en terreno.                                  | Mantiene la ejecución y coordinación de la obra, pero trabaja sincronizada con la producción industrial de Tecno Panel.                     |
| <b>Cuándo se incorporan las necesidades de las familias</b> | Pueden incorporarse sobre un proyecto con decisiones relevantes ya definidas.     | Los cinco comités participan tempranamente, antes de cerrar decisiones que afectan tipologías y necesidades habitacionales.                 |
| <b>Cómo se realiza el control</b>                           | La inspección se concentra principalmente en la obra.                             | Parte del control se traslada también a la fábrica: equipos de SERVIU y de la constructora participan de la revisión durante la producción. |

### I 3. El desafío

#### *Llevar la construcción industrializada a la vivienda social, adaptándola a una realidad local.*

Construir 600 viviendas en Castro implicaba enfrentar varios problemas al mismo tiempo. El clima del sur introduce incertidumbre en los plazos de una obra ejecutada a la intemperie. La escala exigía coordinar cientos de viviendas, infraestructura y equipamiento. La logística debía permitir trasladar grandes unidades desde el continente hasta Chiloé. Y detrás del proyecto había cinco comités de vivienda con familias que, en algunos casos, llevaban décadas esperando una solución habitacional.

En un proyecto habitacional convencional, gran parte del proceso constructivo ocurre directamente en obra: allí se concentran materiales, trabajadores y faenas, y la planificación se organiza principalmente en torno al avance del terreno. Industrializar La Chacra suponía alterar esa lógica. Una parte relevante de la construcción pasaría a eje-

cutarse en una fábrica ubicada en otra ciudad, mientras en Castro avanzaban en paralelo las obras necesarias para recibir los módulos. Eso exigía coordinar desde etapas tempranas diseño, producción, inspección, transporte y montaje, además de sincronizar a organizaciones que no formaban parte de una misma empresa.

Tecno Panel venía principalmente del mundo minero, privado y habitacional, y ya había desarrollado proyectos complejos en madera. La pregunta no era si sabía fabricar de manera industrializada, sino si podía trasladar esas capacidades a vivienda social de gran escala, con sus restricciones presupuestarias, regulatorias, territoriales y comunitarias.

El desafío era, entonces, construir un modelo capaz de acercar la producción al territorio, trabajar con actores que ya conocían la realidad local e incorporar a las familias antes de que las principales decisiones estuvieran cerradas, sin perder la coordinación entre lo que ocurría en la fábrica y lo que avanzaba en obra.

## I 4. El problema en números

La Chacra es el proyecto habitacional más grande desarrollado en Castro.

Considera:



A esa escala se sumaba una dificultad territorial: construir en el sur significa convivir con lluvias y condiciones climáticas que pueden paralizar faenas ejecutadas de manera tradicional. El proyecto buscó trasladar una parte importante de esa incertidumbre desde la obra hacia un ambiente controlado de fábrica.

La apuesta económica también fue significativa. Tecno Panel invirtió US\$15 millones en su nueva planta de Puerto Varas antes de que La Chacra estuviera asegurada. La decisión de inversión comenzó a evaluarse hacia fines de 2022, contempló distintas localizaciones y fue aprobada por el directorio. Las líneas de producción, además, debían encargarse a Alemania y demoraban entre un año y un año y medio en fabricarse.

La Chacra, por tanto, no justificó por sí sola la planta. La empresa apostó antes por la existencia de una demanda mayor por construcción industrializada en el sur.

## I 5. La apuesta

La apuesta de La Chacra fue organizar la ejecución como un sistema en el que producción industrial, construcción en terreno, diseño y coordinación con la comunidad avanzaran de manera integrada. Para hacerlo, hubo que redistribuir funciones entre actores con capacidades distintas: Tecno Panel asumiría la producción industrializada; una constructora local mantendría la ejecución y coordinación de la obra; los organismos públicos adaptarían sus procesos de revisión y control; y las necesidades de las familias se incorporarían antes de que las principales decisiones estuvieran cerradas. Ese modelo se sostuvo en tres decisiones que funcionaban de manera conjunta.

### Producir cerca

Tecno Panel evaluó distintas localizaciones para su nueva planta y escogió Puerto Varas como una puerta de entrada al mercado del sur. La lógica era territorial: los módulos tridimensionales ocupan un gran volumen durante su traslado, por lo que la distancia entre la fábrica y la obra tiene una incidencia importante en el costo final. Como lo resumen desde la empresa, en construcción industrializada “transportar aire también cuesta”. Por eso, la planta se diseñó pensando en un radio de abastecimiento para proyectos del sur y no exclusivamente en La Chacra.

La decisión implicaba asumir riesgo antes de contar con una demanda asegurada. El directorio aprobó una inversión de US\$15 millones en la planta de Puerto Varas antes de que La Chacra estuviera adjudicada, y las líneas de producción debían encargarse a Alemania con más de un año de anticipación. La apuesta no dependía de la ren-

tabilidad de un único proyecto, sino de la expectativa de desarrollar un mercado para la construcción industrializada en el sur.

### Ser socio, no reemplazar a la constructora

La segunda decisión fue no intentar controlar toda la cadena. Tecno Panel se posicionó como proveedor industrial y socio estratégico de constructoras locales, que ya conocen la mano de obra, las instituciones y la ejecución de proyectos en sus territorios. En La Chacra, esa contraparte fue Constructora Baquedano Sur. Desde Tecno Panel resumen ese modelo como “ser socio de constructoras locales, no quien controla todo el proceso”.

El modelo exigía, a su vez, que fábrica y obra dejaran de funcionar como etapas independientes: mientras Tecno Panel producía los módulos en Puerto Varas, Baquedano Sur debía preparar en Castro las condiciones para recibirlos y montarlos, sincronizando ambos programas de trabajo.

### Diseñar antes de fabricar

La tercera apuesta fue la integración temprana: en lugar de llegar con una solución cerrada, el proyecto articuló desde etapas iniciales a la entidad patrocinante, la constructora, Tecno Panel, los organismos públicos y los cinco comités de vivienda.

Para el equipo de Tecno Panel, ahí está una de las diferencias fundamentales respecto de un proyecto industrializado convencional: sentar a distintos actores desde temprano a definir qué se podía construir y cómo hacerlo.

### Lo que descartaron

---

**Abastecer todo desde la zona central:** la distancia aumentaba la incidencia logística y reducía las ventajas de industrializar.

**Convertirse en constructor local:**

Tecno Panel optó por aprovechar el conocimiento territorial de empresas ya instaladas en la región, en vez de desarrollar desde cero capacidades administrativas y de ejecución que no eran su especialidad.

**Hacer todo el proyecto con una**

**sola solución:** los departamentos se resolvieron mediante módulos 3D de Tecno Panel, mientras las casas utilizaron otra solución industrializada ejecutada por otro proveedor. La propia empresa reconoce que podía aspirar a abarcar más, pero distribuir la ejecución también permitía repartir riesgo.

**Una apuesta sin salida temprana**

A diferencia de otros procesos de innovación, Tecno Panel no definió un umbral de rentabilidad, plazo o dificultad operacional a partir del cual abandonaría La Chacra. La principal validación ocurría antes: comprobar que la solución fuera técnicamente viable y pudiera cumplir las exigencias del proyecto. Una vez superada esa etapa y asumido el compromiso con la constructora, las dificultades que aparecieran —logísticas, productivas o de coordinación— serían problemas por resolver, no razones para retirarse.

Esa lógica es coherente con la integración temprana que la empresa identifica como una de las claves del proyecto. Entrar desde el diseño significaba también asumir parte del riesgo de llevar la solución a la práctica. Como explica Jorge Martínez, una vez tomada la decisión de avanzar como partner, “está el compromiso”; después, si aparecen dificultades, corresponde resolverlas en el camino.

## I 6. Cómo innovaron

### ETAPA 1

### De proveedor industrial a socio del proyecto

#### ¿Qué no sabían?

Si las capacidades de construcción industrializada que habían desarrollado durante años en minería y proyectos privados podían aplicarse a vivienda social a gran escala.

#### ¿Qué hicieron?

Evaluaron el mercado de vivienda de interés social como una nueva línea para la compañía y comenzaron a trabajar con constructoras y entidades locales.

#### ¿Qué descubrieron?

Que la tecnología ya existía dentro del grupo. El desafío no era inventar nuevamente el

módulo, sino adaptar ese conocimiento a un proyecto con otras restricciones de costo, escala, regulación y usuarios. La experiencia acumulada era relevante: ya en 2016 el grupo había desarrollado edificios de madera de seis pisos para minería. Ese conocimiento en conectores, anclajes y comportamiento estructural podía trasladarse ahora a otro mercado.

#### ¿Qué decidieron?

Abrir la construcción industrializada a proyectos de vivienda de interés social y entrar a La Chacra como socio industrial.

### ETAPA 2

### Instalar capacidad antes de tener la demanda asegurada

#### ¿Qué no sabían?

Si convenía seguir abasteciendo el sur desde las plantas existentes o instalar una nueva capacidad productiva en la región.

#### ¿Qué hicieron?

Hacia fines de 2022 comenzaron a evaluar el CAPEX y OPEX de una nueva planta y distintas alternativas de localización. La decisión debía tomarse con mucha anticipación: solo fabricar las líneas de producción en Alemania requería entre un año y un año y medio. La planta fue finalmente inaugurada en diciembre de 2025.

#### ¿Qué descubrieron?

Que la logística es una variable determinante en construcción modular y que Puerto Varas permitía posicionarse como nodo de abastecimiento para una zona mucho mayor que Chiloé.

#### ¿Qué decidieron?

Invertir US\$15 millones en una nueva planta en Puerto Varas. Fue una apuesta tomada antes de tener La Chacra asegurada. El directorio aprobó la inversión pensando en el potencial de largo plazo de la industrialización en el sur, no en la rentabilidad de un único proyecto.

### ETAPA 3

## Incorporar a las familias antes de cerrar la solución

**¿Qué no sabían?** Cómo respondería una comunidad que llevaba años esperando sus viviendas a una solución industrializada y cómo distribuir las distintas tipologías entre cinco comités.

**¿Qué hicieron?** El proceso de participación se desarrolló durante distintas etapas. Las mesas con los cinco comités se realizaron entre 2022 y 2024, y en agosto de 2024 comenzó formalmente la organización de la demanda habitacional a través de Casa Activa.

**¿Qué descubrieron?** Que la flexibilidad requerida no era solamente constructiva. Las propias familias debían reorganizarse entre quienes accederían a casas y quienes vivirían en departamentos. El comité Don Facundo, por ejemplo, concentró a familias con discapacidad para facilitar su acceso a viviendas de un piso.

**¿Qué decidieron?** Incorporar esas necesidades al proyecto y, sobre todo, mantener durante la licitación y ejecución los acuerdos alcanzados tempranamente. Para Tecno Panel, ese compromiso explica en parte que un proyecto social de esta escala haya podido avanzar sin conflictos relevantes con la comunidad.

### ETAPA 4

## Formar capacidades locales mientras se instalaba la producción

**¿Qué no sabían?** Si una planta nueva, con líneas automatizadas y una dotación formada mayoritariamente en la región, podría alcanzar los estándares necesarios para producir en serie.

**¿Qué hicieron?** Contrataron y capacitaron personal local, incluyendo personas que no provenían de la construcción. Los procesos estandarizados de la línea permitieron enseñar protocolos y tareas específicas, mientras trabajadores con experiencia de Santiago apoyaron la formación de roles críticos.

**¿Qué descubrieron?** Que la automatización no generó la resistencia que podrían haber esperado. Al tratarse de una planta nueva, la tecnología formaba parte del sistema desde el comienzo y no apareció como una sustitución posterior de una forma de trabajo ya instalada.

**¿Qué decidieron?** Combinar contratación local con transferencia interna de conocimiento hasta alcanzar la capacidad necesaria para iniciar la producción. La planta opera con alrededor de 100 trabajadores directos más subcontratos, llegando aproximadamente a 150 personas.

## ETAPA 5

## Sincronizar dos frentes que antes funcionaban por separado

**¿Qué no sabían?** Cómo capturar realmente la ventaja de fabricar fuera de obra sin que los módulos terminaran esperando a que el terreno estuviera listo.

**¿Qué hicieron?** Desde el inicio planificaron la fabricación y las obras civiles en paralelo. Mientras en Puerto Varas se producen los módulos, en Castro avanzan caminos, fundaciones, movimientos de tierra y otras obras necesarias para recibirlos. Supervisores de la constructora y equipos de SERVIU participan además del control en fábrica.

**¿Qué descubrieron?** Que industrializar no consiste simplemente en fabricar más rápido. Si la obra tradicional no avanza sincronizada con la fábrica, la ventaja desaparece. Incluso decisiones aparentemente menores —como ejecutar las escaleras antes de montar determinados departamentos— permiten abrir frentes de trabajo simultáneos y aumentar la productividad.

**¿Qué decidieron?** Tratar fábrica y terreno como partes de un mismo programa de producción, y no como dos etapas consecutivas.

## ETAPA 6

## Convertir la logística en una etapa de prueba antes de escalar

**¿Qué no sabían?** Si era posible trasladar cientos de módulos de gran tamaño desde Puerto Varas hasta Castro sin que la logística se convirtiera en el cuello de botella del proyecto.

**¿Qué hicieron?** En junio de 2026, antes de comenzar los despachos a escala, la constructora realizó un estudio de ruta y Tecno Panel hizo una revisión técnica adicional. Luego ejecutaron un primer traslado piloto con tres módulos, que permitió probar rutas, permisos y ventanas horarias para camiones sobredimensionados.

**¿Qué descubrieron?** El primer traslado funcionó. Pero el sistema no quedó libre de errores. Durante un despacho posterior, un camión alcanzó un poste.

Al revisar lo ocurrido, detectaron una diferencia mínima de altura: los cables estaban algo más bajos y ese vehículo había quedado uno o dos centímetros más alto debido a su configuración.

**¿Qué decidieron?** Analizar el incidente, corregir el problema y continuar los despachos. El episodio es pequeño frente a la escala del proyecto, pero muestra una lógica central de la industrialización: cuando cientos de unidades deben recorrer la misma cadena logística, probar primero permite convertir un error en aprendizaje antes de que se transforme en un problema repetitivo.

---

## I 7. Lo que costó

**Apostar antes de tener asegurada la demanda:** La inversión de US\$15 millones en Puerto Varas fue aprobada antes de que La Chacra estuviera adjudicada. La planta tarda aproximadamente dos años desde la decisión inicial hasta su operación y sus líneas automatizadas debían encargarse con más de un año de anticipación. El riesgo empresarial fue, por tanto, construir capacidad antes de saber exactamente qué proyecto la utilizaría.

**Coordinar actores que no pertenecen a una misma organización:** Tecno Panel no controla por sí solo el terreno, la obra, la relación con las familias ni las decisiones públicas. El proyecto depende de un ecosistema compuesto por constructora, entidad patrocinante, SERVIU, municipio, industrializadores y comunidad. Eso obliga a innovar también en coordinación.

**Formar personas para una forma distinta de construir:** La planta necesitó capacitar equipos locales, incluyendo trabajadores sin experiencia previa en construcción industrializada, y trasladar conocimiento desde otras operaciones del grupo.

**Diseñar para un territorio complejo:** Lluvia, caminos, barcazas, permisos, alturas máximas y ventanas horarias para vehículos sobredimensionados forman parte del problema productivo tanto como la propia fabricación del módulo.

**Aprender con errores reales:** El incidente del camión que alcanzó un poste mostró que incluso después de estudiar la ruta y ejecutar un piloto pueden aparecer desviaciones de centímetros capaces de interrumpir una cadena logística. El aprendizaje fue investigar la causa, ajustar y continuar, en vez de asumir que el primer piloto había eliminado toda incertidumbre.

## | 8. Resultados

La Chacra sigue en ejecución. Por eso, los resultados disponibles hasta ahora son parciales y deben distinguirse de las capacidades que el proyecto ya permitió instalar y de los beneficios que todavía son proyecciones.

### Lo que ya ocurrió

#### **34% de avance**

registraba el proyecto al momento de la postulación (julio 2026)

#### **Más de 120 módulos**

ya habían sido montados en julio de 2026, correspondientes a alrededor de 64 departamentos.

#### **3 módulos**

formaron parte del primer traslado piloto realizado en junio de 2026 para probar la logística entre Puerto Varas y Chiloé.

#### **US\$15 millones**

fueron invertidos en la nueva planta de Puerto Varas, inaugurada en diciembre de 2025.

#### **≈100 empleos directos**

mantiene la planta, a los que se suman subcontratos que elevan la dotación asociada a aproximadamente 150 personas.

### Lo que todavía no es parejo

La ejecución de La Chacra aún no permite medir el desempeño final del modelo en variables como plazo total, costo definitivo y productividad del proyecto completo. Tampoco se ha completado todavía el montaje de los 704 módulos previstos para los 352 departamentos. Esos indicadores deberán evaluarse una vez que el proyecto alcance un mayor grado de avance o finalice su ejecución.

### Lo proyectado

Según Tecno Panel, análisis realizados por la constructora estiman que una ejecución industrializada de esta magnitud podría resultar alrededor de 30% más económica que una alternativa tradicional, principalmente por una menor exposición a desviaciones de plazo y por la reducción de gastos generales asociados. Se trata de una estimación y no de un ahorro observado todavía en La Chacra.

---

## I 9. Lo replicable

### I. Industrializar empieza antes de fabricar

La principal ventaja aparece cuando diseño, logística, obra y producción se piensan simultáneamente. Fabricar rápido sirve de poco si el terreno todavía no está preparado para recibir el producto.

### II. Acercarse al mercado puede ser parte de la innovación

En sistemas industrializados, la localización de la capacidad productiva modifica costos, tiempos y riesgos. Puerto Varas no se eligió solo por La Chacra: fue una apuesta por desarrollar un nodo capaz de abastecer un mercado regional.

### III. No es necesario controlar toda la cadena

Tecno Panel optó por trabajar como socio industrial de constructoras que ya conocen sus territorios. Para la empresa, colaborar en vez de intentar controlar todo el proceso permite concentrar capacidades donde realmente agrega valor.

### IV. La integración temprana también reduce riesgo

Incorporar a la comunidad antes de cerrar las decisiones permitió ordenar necesidades distintas y sostener posteriormente los acuerdos durante la ejecución. La participación, en este caso, no funcionó como una validación final del proyecto, sino como una variable de diseño.

### V. Pilotear también lo que parece periférico

El primer despacho de tres módulos muestra que el piloto no tiene por qué limitarse al producto. También se pue-

den pilotear rutas, transporte, montaje, permisos y coordinación.

### VI. No comparar solo costos directos

La recomendación de Tecno Panel a otras empresas es evitar que una innovación se evalúe únicamente por el precio unitario de una solución. Industrializar puede parecer más caro si se compara solamente el costo directo. El análisis cambia cuando incorpora duración del proyecto, productividad, escasez de mano de obra, paralizaciones y gastos generales.

*“Piensa cuáles son las ventajas en la línea final de tu análisis de costos”.*

Jorge Martínez, jefe de negocios inmobiliarios del grupo Tecno Panel-Tecno Fast.

## 10. La voz de terreno

### Aprender una nueva forma de construir

Para Yonatan Martínez Altamirano, operador de Weinmann Framing, incorporarse a la planta de Puerto Varas implicó aprender procesos que hasta entonces le eran ajenos. Entre los principales desafíos estuvo interpretar planos y, al mismo tiempo, familiarizarse con el uso de computadores y maquinaria especializada. La práctica y el apoyo de sus compañeros, cuenta, le permitieron adquirir progresivamente mayor autonomía y confianza.

*“Lo que más me motiva es saber que nuestro trabajo tiene un propósito: ayudar a muchas familias a comenzar una nueva etapa en sus vidas. Ser parte de la construcción del proyecto La Chacra y de los módulos de La Minga Moderna me llena de orgullo, porque sé que detrás de cada módulo hay una familia que espera un nuevo comienzo”.*

Yonatan Martínez Altamirano, operador de Weinmann Framing, Tecno Panel.

### Participar desde el comienzo

Alejandro Velásquez, presidente del comité Don Facundo y coordinador de la mesa de trabajo intersectorial de Castro, participó del proyecto desde sus primeras etapas. El proceso incluyó la adquisición del terreno, reuniones en la comuna, la región y Santiago, y la búsqueda de una solución habitacional que respondiera a las necesidades de las familias. Ese trabajo involucró a dirigentes, familias, autoridades, la entidad patrocinante, la constructora y Tecno Panel.

*“Me siento orgulloso de lo logrado. Fue un trabajo que generó momentos y re-*

*cuerdos hermosos, aunque también harta lucha y constancia. Así logramos acercarnos al sueño de la vivienda propia y sin deuda”.*

Alejandro Velásquez, presidente del comité Don Facundo y coordinador de la mesa de trabajo intersectorial de Castro, Chiloé.

### Sincronizar fábrica y obra

Desde la perspectiva de Constructora Baquedano Sur, la industrialización obligó a incorporar una lógica de planificación distinta. Matías Villalobos, gerente de proyectos en construcción, explica que la obra comenzó a trabajar con una metodología rítmica, ajustada tanto a la capacidad productiva de la planta como al número máximo de despachos posibles por jornada. El objetivo era sincronizar fabricación y montaje, evitando la sobreproducción y una acumulación excesiva de módulos. Esa coordinación también impuso nuevas exigencias en terreno. Antes de cada montaje debían estar listas partidas críticas, como las fundaciones y las escaleras metálicas del núcleo central, además de asegurar oportunamente grúas, equipos y materiales.

*“Este sistema exige una planificación más rigurosa y un mayor conocimiento logístico; sin embargo, permite trabajar con una menor dotación de personal en obra —difícil de encontrar en la isla de Chiloé— y reducir los plazos de ejecución del proyecto”.*

Matías Villalobos, gerente de proyectos en construcción, Constructora Baquedano Sur.

### La escalera antes que todo

Para Juan Millahueique, jefe de obra de La Chacra, la necesidad de sincronización se traduce en condiciones muy concretas en terreno: una partida que

---

no esté terminada a tiempo puede detener la secuencia de montaje y aumentar la exposición de los módulos a la lluvia.

*“El principal desafío es tener la escalera ya instalada para evitar retrasos en el montaje y evitar que los módulos estén demasiado expuestos a la lluvia”.*

Juan Millahueique, jefe de obra La Chacra,  
Constructora Baquedano Sur.



PATAGUAL **H**OME

# CASO: JARDINES DE SAN PEDRO

# 1. Ficha del proyecto

**Empresa:** Patagual Home

**Proyecto:** Reingeniería de interfaz fundación-módulo: Sistema de anclaje frontal desacoplado para vivienda industrializada. En simple: montar la vivienda sobre una fundación imprecisa, sin corregirla.

**Proyecto piloto:** Jardines de San Pedro

**Ubicación casa matriz:** San Pedro de la Paz, Región del Biobío

**Año:** 2025

**Sector:** Vivienda

**N.º de trabajadores:**  
100

**Tipo de innovación:** Radical, de proceso e interfaz. Impacto interno.

**Escala alcanzada a la fecha:** Cerca de 420 módulos montados con el nuevo sistema en Jardines de San Pedro

**Estado:** Implementado y en escalamiento; adopción aún parcial entre tipologías de vivienda

**Actores:** Ingeniería de Fábrica, Operaciones/Montaje en terreno, Oficina de Cálculo Estructural externa, proveedores Simpson y Rotoblaas

## **Cronología:**

- Conector embebido tipo Simpson en uso hasta fines de 2024.
- Rediseño de la interfaz.
- Primer montaje piloto en Jardines de San Pedro: julio de 2025.

Patagual Home fabrica viviendas modulares con precisión de fábrica, pero esa precisión se perdía al momento de instalarlas: la obra tradicional simplemente no puede replicarla.

En términos técnicos, el problema era una diferencia de tolerancias: la línea de producción trabaja con una precisión de  $\pm 3\text{mm}$ , mientras la obra húmeda tradicional tiene variaciones de hasta  $\pm 20\text{mm}$ . La práctica habitual —pernos y espárragos embebidos en el hormigón antes de montar el módulo— obligaba a forzar esa diferencia en terreno: descalces geométricos, grúas detenidas, picado de hormigón, morteros de curado lento.

## I 2. Dónde está la innovación

Patagual llevaba años fabricando módulos con precisión de fábrica antes de este proyecto. La innovación no está, por tanto, en fabricar mejor, sino en haber invertido la premisa de cómo se resuelve el ajuste entre fábrica y obra: en vez de exigirle a la construcción tradicional que alcance la precisión de la línea de producción, rediseñaron la conexión para que esa imprecisión dejara de importar.

El sistema separa en dos momentos lo que antes ocurría junto: primero se calza el módulo en su posición, después se fija de forma definitiva a la fundación. Esa separación absorbe por diseño la variación de hasta  $\pm 20$  mm propia de la obra húmeda, sin exigirle a la cuadrilla ni a la fundación una precisión que el rubro no puede dar de forma consistente.

El camino de ajustar gradualmente la tolerancia de obra húmeda existía y se evaluó: habría exigido inversión, tecnología y capacitación que los clientes de Patagual, constructoras e inmobiliarias tradicionales con un ritmo de 12 a 14 viviendas semanales, no podían asumir. Six Sigma (DMAIC) sirvió para llegar a ese diagnóstico, no para resolverlo: la medición mostró que la desviación topográfica (14 mm promedio) estaba dentro de norma, así que ni el hormigón ni la mano de obra eran la causa.

El cambio obligó también a ajustar la forma de trabajar en terreno. Los maestros y supervisores de montaje tuvieron que adoptar un estándar de precisión distinto al que usaban tradicionalmente, y la empresa tuvo que capacitar a las cuadrillas en el nuevo procedimiento. A cambio, desaparecieron pasos completos del proceso: el mortero grout, la maniobra de manipular suplementos bajo un módulo suspendido (y con ella, 1,2 incidentes mensuales por atrapamiento) y las esperas de 28 días de curado, reducidas a 10 o 14.

Lo replicable no es el conector ni el sistema de anclaje en sí mismos, sino la lógica detrás: en una interfaz entre fábrica y obra, no siempre conviene invertir en que la obra sea más precisa; a veces conviene rediseñar la pieza para que esa precisión deje de ser necesaria.

|                                                      | Cómo lo hacía Patagual hasta 2024                         | Cómo lo hace hoy                                              |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Dónde se resuelve el desajuste de tolerancias</b> | En la obra: más precisión, más control, más capacitación. | En el diseño de la conexión: el sistema absorbe la variación. |
| <b>Qué se le exige al mandante</b>                   | Una fundación con precisión cercana a la de fábrica.      | Una fundación con la tolerancia habitual de obra tradicional. |
| <b>Cuándo se fija el módulo a la fundación</b>       | En el izaje, con la carga suspendida.                     | Después, con el módulo apoyado y la grúa liberada.            |
| <b>Cuándo se puede montar</b>                        | A los 28 días, con el hormigón curado del todo.           | A los 10-14 días, al 90% de resistencia.                      |
| <b>Qué se hace con el descalce que aparece</b>       | Se corrige en terreno: pica-do, calces, grout.            | No aparece: el sistema lo tolera por diseño.                  |
| <b>Cómo se mide el éxito</b>                         | Menos minutos en el mismo procedimiento.                  | El procedimiento deja de ser la restricción.                  |

### 3. El desafío

#### *Dejar de exigirle a la obra una precisión que no puede dar.*

Antes de tener un diagnóstico con datos, en Patagual se explicaban las demoras del montaje de los PODs de la manera más habitual en construcción: por la falta de mano de obra calificada. Se asumía que pedirle a un maestro albañil precisión milimétrica en la preparación de la superficie de hormigón era exigirle algo ajeno a su oficio, y que faltaba control de calidad y calibración de mediciones antes del montaje.

A eso se sumaba una desconexión organizacional: el montaje se delegaba al supervisor de terreno y su cuadrilla, sin que el equipo de diseño y oficina técnica participara en entender qué estaba pasando realmente en la interfaz entre fábrica y obra.

Detrás había además una presión de negocio. La demanda por construcción industrializada crecía, y la fábrica necesitaba mejorar el tiempo máximo que puede tomar cada módulo en la línea sin atrasar el ritmo comprometido con los proyectos, para competir con los plazos de la construcción tradicional. El discurso comercial de Patagual prometía una casa que era "llegar y montar"; en la práctica, un montaje simple podía tomar cerca de dos horas.

## I 4. El problema en números

El diagnóstico de Patagual, en cifras:

**65%**

de las demoras del ciclo de montaje se explicaban por el mal calce de conectores, según el diagnóstico DMAIC.

**14 mm**

de desviación topográfica promedio medida en los ejes X/Y, en dos proyectos previos al rediseño.

**110 minutos/módulo**

era el tiempo promedio de izaje bajo el sistema tradicional.

**1,2 incidentes/mes**

era la tasa base de incidentes por atrapamiento o aprisionamiento durante la maniobra de calce, antes de la solución.

**4 módulos/día**

era el ritmo de montaje bajo el sistema de anclaje tradicional, antes del rediseño.

A esto se sumaba el ritmo de producción: la fábrica de Patagual arma cerca de 12-14 casas por semana, un avance tan rápido que, según describen desde la empresa, no dejaba mucho espacio para discutir soluciones sin probarlas directamente en terreno.

## I 5. La apuesta

La apuesta tuvo tres componentes.

### **Desacoplar en vez de perfeccionar**

Patagual evaluó el camino más obvio: seguir apretando la tolerancia de la obra húmeda hasta acercarla a la precisión de fábrica. Lo descartaron. Llevar la ejecución de fundaciones a ese nivel de exactitud habría exigido mayor tecnología, capacitación e inversión, en un negocio donde muchos clientes siguen siendo constructoras e inmobiliarias tradicionales a las que no se les puede exigir una ingeniería de precisión de laboratorio —y menos al ritmo de 12 a 14 viviendas semanales que la propia Patagual exige a sus pro-

yectos. La decisión fue adaptar el sistema constructivo a las condiciones reales del sitio, no forzar al sitio a comportarse como una fábrica.

### **Diseñar también para la seguridad**

La motivación no fue solo de productividad. Fijar la conexión estructural en el momento del montaje —con el módulo suspendido de la grúa— obligaba a que alguien manipulara suplementos bajo una carga colgada. Desacoplar la fijación definitiva del momento del izaje eliminó ese riesgo: la conexión se resuelve después, con el módulo ya apoyado y sin carga en movimiento.

---

### Decidir rápido con ingeniería concurrente

Patagual sostiene reuniones semanales de planificación y coordinación técnica entre diseño, ejecución, control de calidad y mejora continua —una metodología que en la empresa llaman ingeniería concurrente. Ese espacio, junto con un equipo técnico joven, permitió evaluar el rediseño y decidir sin los tiempos largos de validación que suelen acompañar los cambios en diseño estructural.

#### Lo que descartaron

**Ajustar al máximo la tolerancia de obra húmeda:** se evaluó y se descartó por el costo, el tiempo y la inversión tecnológica que habría requerido.

**Exigir mayor precisión de ingeniería a clientes externos:** no era una condición realista para constructoras e inmobiliarias tradicionales.

**Extender la mejora a todas las tipologías de una vez:** la implementación completa avanzó primero en los proyectos donde se estaba desarrollando, y aún convive con líneas de producto que mantienen una versión parcial del sistema.

### Un límite simple: montar más, no menos

A diferencia de otros procesos de innovación, Patagual no fijó un umbral de rentabilidad ni un plazo para abandonar el nuevo sistema de anclaje. El límite era más directo: si el rediseño hubiera hecho que la cuadrilla montara menos casas de las que ya venía montando, ahí habrían concluido que la solución no funcionaba. Todo lo demás —la mejora en seguridad al eliminar la manipulación bajo el módulo suspendido, y la posibilidad de montar la vivienda a los 10-14 días de ejecutada la fundación en vez de esperar el curado completo de 28 días— ya justificaba el cambio por sí solo, incluso si el ritmo de montaje se hubiera mantenido igual.

*"Lo único que habría echado atrás el proyecto es que montáramos menos casas que antes, ese era el límite".*

Yerko Carreño, Encargado de Calidad y Mejora Continua Patagual Home.

## I 6. Cómo innovaron

### ETAPA 1

### Encontrar la causa real detrás del cuello de botella

**¿Qué no sabían?** Por qué se demoraba tanto el montaje de los PODs.

**¿Qué hicieron?** Aplicaron la metodología Six Sigma (DMAIC): midieron la desviación topográfica en dos proyectos previos (14mm promedio en ejes X/Y) y el tiempo de izaje (110 min/módulo), y usaron Análisis de Causa Raíz —5 Porqués e Ishikawa— para revisar sus propios supuestos.

**¿Qué descubrieron?** Que la causa no era la calidad del hormigón ni la falta de destreza de la mano de obra, sino la rigidez del sistema de anclaje pre-instalado: la precisión de fábrica simplemente no conversaba con la variación de la obra tradicional.

**¿Qué decidieron?** Rediseñar la interfaz fundación-módulo, en lugar de seguir invirtiendo en capacitar más a la mano de obra o exigir mejor hormigón.

### ETAPA 2

### Elegir desacoplar en vez de perfeccionar

**¿Qué no sabían?** Si convenía apretar gradualmente la tolerancia de obra húmeda o apostar por un rediseño mayor de la conexión.

**¿Qué hicieron?** Evaluaron ambos caminos en las reuniones de ingeniería concurrente, sopesando la inversión y el cambio cultural que exigiría llevar la precisión de obra a niveles de fábrica.

**¿Qué descubrieron?** Que ese camino

no era viable dado el perfil de sus clientes y el ritmo semanal exigido, y que además existía un beneficio adicional en desacoplar la conexión: eliminar el riesgo de que alguien operara bajo un módulo suspendido.

**¿Qué decidieron?** No perseguir la precisión de la obra tradicional. Diseñar un conector frontal de fijación post-alineación que absorbiera la variabilidad del hormigón sin alterar la estructura.

### ETAPA 3

## Sortear el conservadurismo —que no vino de adentro

**¿Qué no sabían?** Si el cambio encontraría resistencia interna, tratándose de una modificación al diseño estructural.

**¿Qué hicieron?** Se apoyaron en un equipo técnico joven —el calculista Julián Campos, el gerente de desarrollo Thomas Chusler y el gerente de fábrica Thomas Ott— y en la dinámica semanal de ingeniería concurrente para decidir y probar rápido.

**¿Qué descubrieron?** Que la resistencia no vino de la propia empresa, sino de revisores estructurales externos —conservadores por formación— cuando un proyecto requería validación de terceros, como en el caso de mandantes o de SERVIU.

**¿Qué decidieron?** Sostener la propuesta ante esos revisores con memorias de cálculo y argumentación técnica, validando la solución con una oficina de cálculo estructural externa, y avanzar con mayor autonomía en los proyectos propios que no requerían esa revisión.

### ETAPA 4

## Pilotear en Jardines de San Pedro y corregir en terreno

**¿Qué no sabían?** Cómo se comportaría el nuevo sistema en un montaje real, ejecutado por primera vez.

**¿Qué hicieron?** En julio de 2025 realizaron el primer montaje piloto, con 10 módulos, en el proyecto Jardines de San Pedro.

**¿Qué descubrieron?** Un error de co-

municación, no de ingeniería: en dos aristas de la vivienda, la cuadrilla alineó el muro exterior con la fundación en vez de la solera de montaje, generando un desfase que dejó el conector instalado de forma inclinada.

**¿Qué decidieron?** Estandarizar planos de trazado de solera y reforzar la instrucción en terreno, para asegurar que todas las cuadrillas entendieran qué elemento había que alinear —y cuál no.

## ETAPA 5

## Escalar y descubrir el siguiente cuello de botella

**¿Qué no sabían?** Si, resuelto el problema del conector, el ritmo de montaje seguiría limitado por algún otro factor.

**¿Qué hicieron?** Escalaron el sistema al resto de Jardines de San Pedro y a otros proyectos, midiendo módulos montados por día en distintas condiciones logísticas.

**¿Qué descubrieron?** Que el límite ya no era la conexión estructural, sino la logística: la disponibilidad oportuna de camiones en obra, bajo un esquema justo a tiempo, y la curva de aprendizaje del operador de grúa. El rendimiento variaba fuertemente según qué tan cerca del proyecto estuviera la fábrica y cuánto stock de camiones hubiera disponible.

**¿Qué decidieron?** Tratar la coordinación logística —camiones, operadores de grúa fijos— como parte del mismo problema de productividad que antes ocupaba el conector.

## ETAPA 6

## Resolver los problemas que trajo la propia solución

**¿Qué no sabían?** Que el nuevo método introduciría sus propios riesgos técnicos y estéticos.

**¿Qué hicieron?** Durante la ejecución detectaron casos de esquinas de hormigón dañadas por el atornillador de impacto al no respetar la distancia mínima al borde, y notaron que el conector queda expuesto a la intemperie so-

bre la cara de la fundación.

**¿Qué descubrieron?** Que perforar un hormigón que aún no alcanza su resistencia a la tracción exige cuidado, y que dejar el conector a la vista compromete tanto la durabilidad como la terminación estética de la vivienda.

**¿Qué decidieron?** Capacitar a las cuadrillas en el uso del atornillador y las distancias mínimas al borde, y resolver la exposición del conector con un revestimiento de fibrocemento alrededor de la fundación.

---

## I 7. Lo que costó

**Sostener la solución ante revisores estructurales externos:** que por formación tienden a preferir lo ya probado, con memorias de cálculo y respaldo de una oficina de cálculo estructural independiente.

**Capacitar a 6 cuadrillas de montaje en el nuevo estándar de precisión:** cambiando una cultura acostumbrada a parámetros de tolerancia tradicionales y sin un estándar claro de condición de entrada y condición de salida.

**Aprender de un error real en el primer piloto:** un problema de comunicación, no de ingeniería, en lugar de asumir que un piloto exitoso elimina toda incertidumbre.

**Convivir con una adopción despareja:** algunas tipologías, como la vivienda social, mantienen todavía una versión parcial de la mejora y conservan parte de las dificultades originales.

**Resolver riesgos técnicos nuevos que la propia solución introdujo:** como el daño a esquinas de hormigón por perforación mal ejecutada.

---

## I 8. Resultados

El sistema de anclaje frontal ya está en uso en Jardines de San Pedro y se ha extendido a otros proyectos. Aun así, los resultados deben distinguirse de la adopción, que todavía no es pareja entre todas las tipologías de Patagual.

**Lo que ya ocurrió**

### **40 minutos**

es lo que toma hoy montar un módulo, frente a los 110 minutos que tomaba antes de la implementación.

### **Más del doble**

de aumento en el rendimiento sostenido de montaje: de 4 a un rango de 8 a 10 módulos/día.

### **Hasta 28 módulos/día**

alcanzado en proyectos con logística óptima de camiones (no el rendimiento habitual).

### **0 incidentes**

por atrapamiento o aprisionamiento en la maniobra de calce desde la implementación, frente a una tasa base de 1,2 incidentes/mes.

**~420 módulos**

montados con el nuevo sistema en Jardines de San Pedro.

**~63%**

de reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> de los equipos de izaje, medida a partir de horas de maquinaria versus casas montadas.

A esto se suma la eliminación total de residuos húmedos en terreno —los sacos de mortero grout— y la posibilidad de montar la vivienda a los 10 o 14 días de ejecutada la fundación, cuando el hormigón alcanza el 90% de su resistencia, en vez de esperar los 28 días de curado completo que exigen los conectores embebidos.

**Lo que todavía no es parejo**

La tipología social, por ejemplo, todavía mantiene una versión parcial del sistema y conserva parte de las dificultades que la innovación buscaba resolver.

## I 9. Lo replicable

**I. Buscar la causa raíz antes de culpar**

La explicación más fácil frente a una demora en obra suele ser la ejecución. En Patagual, una metodología estructurada (DMAIC, 5 Porqués, Ishikawa) mostró que el problema estaba en el diseño del sistema de anclaje, no en quienes lo instalaban.

**II. Evaluar si conviene perfeccionar lo existente o rediseñar**

No siempre la mejora incremental es la opción más razonable. Apretar tolerancias tiene un costo de inversión y de cambio cultural que puede superar el de rediseñar el punto de conexión.

**III. Diseñar también pensando en la seguridad**

Desacoplar la fijación estructural del momento de izaje no solo aceleró el montaje: eliminó una maniobra de riesgo. Ese argumento puede sostener una innovación incluso cuando la productividad no fuera el único criterio.

**IV. Un piloto también puede fallar por errores de comunicación**

El primer problema del piloto en Jardines de San Pedro no fue técnico, fue de instrucción en terreno. Vale la pena documentar y estandarizar la comunicación tanto como el diseño.

**V. Resuelto un cuello de botella, aparece el siguiente**

Una vez que el conector dejó de limitar el montaje, la logística de camiones y grúas pasó a ser la nueva restricción. Escalar una innovación exige seguir monitoreando dónde está el límite.

**VI. No preguntarle a quien no lo ha probado**

La recomendación de Patagual a otras empresas es no pedir validación a colegas que no han puesto la innovación a prueba: en un rubro conservador, esa consulta tiende a desincentivar en vez de aportar evidencia.

---

## I 10. La voz de terreno

### **De estar pendiente de cada perno a solo montar y liberar**

Para Jonathan Araneda, Jefe de Contrato de Montajes de Patagual Home, el cambio se nota en lo que dejó de ocupar la atención de la cuadrilla en cada montaje. Con el sistema anterior, cualquier diferencia entre lo ejecutado en terreno y lo fabricado en planta terminaba afectando el montaje; con el anclaje frontal, el equipo dejó de depender de que cada receso, perno y placa coincidiera exactamente con el módulo. Una vez que la cuadrilla tomó ritmo, el proceso se volvió mucho más predecible.

*"El montaje se volvió mucho más fluido, porque dejamos de estar pendientes de que cada receso, perno y placa coincidiera exactamente con el módulo".*

Jonathan Araneda, Jefe de Contrato de Montajes, Patagual Home.

### **Confiar en una lógica distinta a la que llevaban años usando**

El obstáculo inicial no fue técnico, fue de confianza. Araneda recuerda resistencia natural y muchas preguntas de las cuadrillas sobre perforaciones, tolerancias y el procedimiento de instalación: el equipo tuvo que soltar una forma de trabajo muy arraigada, donde el anclaje se resolvía antes del montaje y cualquier diferencia se corregía en terreno con calces, picados o grout.

*"En industrialización no basta con fabricar con precisión; también hay que diseñar el montaje para convivir con la realidad de la obra".*

Jonathan Araneda, Jefe de Contrato de Montajes, Patagual Home.



# CASO: CONDOMINIO LAS GOLONDRINAS

# 1. Ficha del proyecto

**Empresa:** Constructora Cerro Moreno Sur Limitada

**Proyecto:** Condominio Las Golondrinas.

**Ubicación casa matriz:** Puerto Varas,  
Región de Los Lagos

**Año:** 2026

**Sector:** Vivienda e inmobiliario

**N.º de trabajadores:**  
300 (220 directos + contratistas)

**Tipo de innovación:** Radical, de proceso, apoyada en tecnología. Impacto interno.

**Mandante del proyecto:**  
Inmobiliaria PY

**Estado:** Implementado en Las Golondrinas, primer proyecto de la constructora en construirse bajo esta metodología; en expansión a otros proyectos de la empresa (Frutillar, Puerto Montt).

**Actores:** Área de Control e Innovación, coordinación BIM, jefes de terreno, control de calidad, proveedor Gamma AR (Luxemburgo)

**Costo de la solución:** Licencia Gamma AR: USD 10.000/año (habilitada para 2 proyectos).

**Tecnología:** Metodología BIM (modelos federados IFC) + realidad aumentada Gamma AR, integrada con Autodesk Construction Cloud

## Cronología:

- Marzo 2025 — inicio del plan BIM en la constructora.
- Junio 2025 — inicio de la implementación BIM en el proyecto Las Golondrinas (la obra parte en agosto 2025).
- Enero 2026 — implementación de Gamma AR en el proyecto.

## I Dónde está la innovación

Cerro Moreno Sur llevaba años construyendo con carta Gantt y planos 2D interpretados manualmente en terreno antes de este proyecto. La innovación no está, por tanto, en haber adoptado BIM ni realidad aumentada, herramientas que la industria discute hace más de una década y que la empresa compró a un proveedor de Luxemburgo, sino en dónde y cómo trasladaron el control de calidad: de un juicio experto emitido sobre lo ya construido a una verificación rutinaria contra un modelo, hecha mientras se construye, en el punto exacto donde ocurre el trabajo.

El modelo separa la tarea de su forma habitual de organización: la empresa sacó el control de avance y de no conformidades de la oficina técnica de cada obra y lo centralizó en un equipo BIM propio, que hoy asigna practicantes para ejecutarlo todos los días. La tecnología, repartida como licencia a cada oficina técnica, no bastó por sí sola; eso ocurrió recién con el cambio organizacional.

El camino de externalizar el modelado existía y lo descartaron: es lo que hace la mayoría de las constructoras. Lo rechazaron porque varios de sus propios mandantes tenían menos madurez BIM que ellos mismos, así que externalizar

habría trasladado el vacío de conocimiento a la obra en vez de resolverlo.

Ese cambio obligó también a redefinir quién hace el trabajo y qué se controla. El control pasó de requerir 3 profesionales a 1 practicante, porque la tarea dejó de exigir criterio experto y pasó a ser una comparación contra un modelo. El dato pasó de un consolidado semanal disponible el lunes a dos rondas diarias, con la desviación corregida en el momento con quien la ejecutó. Y la empresa decidió no controlar todo por igual: los moldajes quedaron fuera, porque esos errores se ven a simple vista antes de hormigonar, y el esfuerzo se concentró donde el ojo humano pierde precisión con la repetición.

Lo replicable no es la herramienta ni el proveedor en sí mismos, sino la lógica detrás del modelo: la tecnología por sí sola no cambia un proceso de control; lo hace decidir dónde vive esa tarea, quién la ejecuta y con qué frecuencia se revisa.

|                                      | Cómo lo hacía Cerro Moreno Sur antes            | Cómo lo hace hoy                                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Contra qué se compara lo construido  | Planos 2D interpretados manualmente en terreno. | El modelo coordinado, superpuesto a escala 1:1 en el punto exacto. |
| Cuándo se detecta la desviación      | Cuando ya está construida.                      | Mientras se ejecuta, dos veces al día.                             |
| Quién hace el control                | La oficina técnica de cada obra.                | El equipo BIM central, con practicantes asignados.                 |
| Cuánta gente requiere                | 3 profesionales.                                | 1 practicante.                                                     |
| Cuándo está disponible el dato       | Consolidado semanal, disponible el lunes.       | En línea, el mismo día.                                            |
| Qué se controla                      | Todo por igual.                                 | Solo donde el ojo humano pierde precisión con la repetición.       |
| Qué se hace con la desviación        | Se corrige después: demoler y rehacer.          | Se corrige en el momento, con quien la ejecutó.                    |
| Qué condiciona el inicio de una obra | Terreno, permisos, servicios.                   | Además, factibilidad de internet, en el orden fibra, Starlink, 5G. |

### 3. El desafío

#### *Un problema de residuos que resultó ser un problema de planificación.*

El origen del proyecto no fue el control de calidad, sino la sustentabilidad. Nicolás Alegría, encargado de Control de Gestión, quedó a cargo del Acuerdo de Producción Limpia (APL) de la empresa y empezó a medir los residuos que generaban las obras. La cifra lo alarmó: la constructora generaba cerca de 2.000 m<sup>3</sup> de residuos por proyecto, lo que daba una tasa de generación de residuo mayor al índice de referencia de la CChC de 0,26 m<sup>3</sup> de residuo por m<sup>2</sup> construido.

La respuesta obvia habría sido reciclar y segregar mejor. Pero en la Región de Los Lagos no existían empresas capaces de valorizar esos residuos —las más cercanas estaban en Concepción o Santiago—, lo que convertía la gestión posterior en un problema logístico caro. Reducir en el origen, no solo gestionar después, pasó a ser la prioridad.

Esa mirada llevó a revisar cómo se planificaba la construcción. Cerro Moreno Sur seguía trabajando con carta Gantt y planos 2D interpretados manualmente en terreno, sin tecnología que agregara valor al proceso. Los equipos de terreno detectaban los choques entre especialidades —una tubería sanitaria que se cruza con una canalización eléctrica— recién cuando ya estaba construido, lo que significaba demoler y rehacer.

## I 4. El problema en números

El diagnóstico de residuos y planificación, en cifras:

**0,26 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>**

es el índice de referencia de la CChC de residuo generado por metro cuadrado construido.

**~2.000 m<sup>3</sup>**

de residuos generaba la constructora por proyecto antes de intervenir el proceso, el equivalente a unos 200 camiones.

**300 a 500**

no conformidades mensuales estimaba la empresa en una obra tipo, antes de estandarizar BIM en todos sus proyectos.

**5 a 7 días**

tomaba el ciclo de control de avance: se levantaba la información en terreno durante la semana y el dato consolidado quedaba disponible recién el lunes siguiente.

A esto se sumaba una dificultad adicional: muchos de los mandantes para los que construye Cerro Moreno Sur —arquitectos, otras contratistas— tenían una madurez BIM incluso menor que la propia constructora.

## I 5. La apuesta

La apuesta tuvo tres componentes.

**Construir la capacidad BIM adentro, no comprarla afuera**

En vez de subcontratar el modelado, Cerro Moreno Sur decidió formar un equipo propio, un BIM manager y modeladores, encargado de desarrollar el modelo digital al 100% y coordinar las especialidades antes de iniciar la ejecución. La razón fue simple: si ni la constructora ni sus mandantes dominaban BIM, externalizarlo solo habría trasladado ese vacío de conocimiento a la obra.

**Aplicar la metodología a toda la constructora, no a un proyecto aislado**

La decisión de adoptar BIM se tomó a nivel de empresa, no de obra: si iban a hacerlo, todos los proyectos debían pasar por esa metodología. En Las Golondrinas, eso significó entrar "a la jugueta del BIM", como lo describe Nicolás: construir con el modelo coordinado desde el inicio, no como una corrección posterior a problemas detectados en terreno.

**Buscar la tecnología correcta, aunque no existiera en Chile**

Para llevar el modelo BIM a la obra, evaluaron primero lentes de realidad mixta tipo Oculus. El proveedor que finalmente eligieron, Gamma AR, les advirtió que esa alternativa ya se había

---

descartado en otros mercados años atrás por el riesgo de accidentes en terreno, y recomendó trabajar con tablet. En Chile no encontraron una alternativa madura —la única opción similar no tenía capacidad de desarrollo disponible— y terminaron contratando a este proveedor de Luxemburgo.

### Lo que descartaron

**Lentes de realidad mixta (Oculus):** descartados por el riesgo de accidentes en obra que ya habían enfrentado otros mercados con esa tecnología.

**Externalizar el modelado BIM:** descartado porque habría perpetuado el vacío de conocimiento que la propia constructora buscaba resolver.

**Dar el mismo nivel de control a todas las partidas:** priorizaron instalaciones por sobre moldajes, donde los errores ya se detectan a simple vista antes de hormigonar.

### Dos condiciones no negociables

La conectividad a internet fue una de ellas. Cuando la combinación de 5G y Starlink en Las Golondrinas no funcionó como esperaban, quedó claro que si un proyecto no tiene factibilidad de internet —ni fibra, ni Starlink, ni 5G—, la empresa evalúa directamente la ejecución del proyecto con este sistema. La conectividad dejó de ser un detalle técnico para convertirse en una posible condición de entrada.

La otra fue la adopción. Ofrecer licencias a oficina técnica no bastó para que la herramienta se usara: hubo que centralizar el control de avance en el equipo BIM y asignar directamente a practicantes para ejecutarlo. Sin esa decisión, la implementación no habría avanzado al ritmo que la empresa buscaba.

Lo que habría hecho fracasar la apuesta, según Nicolás: una falla en la implementación de la metodología BIM en el proyecto, que es el pilar del que depende el buen uso de la realidad aumentada. Sin un modelo actualizado y coordinado entre todos los participantes —mandante, calculista, arquitecto, constructora— la herramienta deja de tener sentido.

*"No lo externalices. Contrata a alguien que esté dentro de tu organización".*

Nicolás Alegría, jefe control de gestión Cerro Moreno Sur.

## I 6. Cómo innovaron

### ETAPA 1

### Descubrir que el residuo era el síntoma, no el problema

**¿Qué no sabían?** Cuánto residuo generaba realmente la constructora y qué decía eso sobre su proceso constructivo.

**¿Qué hicieron?** Al hacerse cargo del Acuerdo de Producción Limpia, Nicolás midió el residuo de obra —cerca de 2.000 m<sup>3</sup> por proyecto— y lo comparó con el índice de referencia de la CChC (0,26 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> construido).

**¿Qué descubrieron?** Que ese residuo no era un problema de reciclaje, sino de merma: una señal de ineficiencia del propio proceso constructivo. Reciclar y segregar no resolvía el problema de fondo, y en la Región de Los Lagos ni siquiera había dónde valorizar esos residuos cerca.

**¿Qué decidieron?** Enfocarse en reducir en el origen, no solo en gestionar después. Eso los llevó a mirar el proceso de planificación, todavía apoyado en carta Gantt sin tecnología.

### ETAPA 2

### Llegar a BIM sin comparar alternativas, y decidir no externalizarlo

**¿Qué no sabían?** Cómo traducir el diagnóstico de residuos y planificación deficiente en una solución concreta, y si la empresa podía desarrollar capacidad BIM propia, considerando que ni ellos ni sus mandantes la dominaban.

**¿Qué hicieron?** No evaluaron varias alternativas de tecnología: BIM ya era, según describe Nicolás, un tema del que "se hablaba en todos lados" en la industria, pero que nadie en la constructora había implementado todavía. Fue la opción que plantearon directamente a la gerencia general, y decidieron formar un equipo interno —BIM manager y modeladores— en vez de subcontratar el modelado.

#### ¿Qué descubrieron?

sus propios mandantes tenían menos madurez BIM que la constructora, así que si Cerro Moreno Sur no absorbía esa capacidad, el vacío de conocimiento seguiría trasladándose a la obra.

**¿Qué decidieron?** Construir capacidad BIM interna y aplicarla a nivel de toda la constructora. Las Golondrinas fue el primer proyecto de la constructora en construirse bajo esta nueva forma de trabajar.

### ETAPA 3

## Buscar una tecnología que no existía en Chile

**¿Qué no sabían?** Cómo llevar el modelo BIM, que hasta entonces vivía en la oficina técnica, hasta el punto exacto de la obra.

**¿Qué hicieron?** Evaluaron alternativas—incluyendo lentes de realidad mixta— y buscaron cerca de un mes hasta dar con Gamma AR, un proveedor de Luxemburgo. En Chile, la única opción similar no tenía capacidad de desarrollo disponible.

**¿Qué descubrieron?** Que la vía de los lentes ya había sido descartada en otros mercados por el riesgo de accidentes en terreno; Gamma AR recomendó trabajar con tablet.

**¿Qué decidieron?** Contratar Gamma AR y probarlo primero con una demo gratuita de un mes en obra, antes de pagar la licencia.

### ETAPA 4

## Pilotear en lo grueso, migrar a lo invisible

**¿Qué no sabían?** En qué partidas iba a rendir más el control con realidad aumentada.

**¿Qué hicieron?** El piloto partió en obra gruesa —hormigón, fierro, vanos de ventanas— y luego se movió a instalaciones: cajas eléctricas y sanitarios.

**¿Qué descubrieron?** Que revisar moldajes agregaba poco valor, porque esos errores suelen detectarse a simple vista antes de hormigonar. El problema real estaba en detalles que se pierden con la repetición: una caja eléctrica que el maestro instala perfecta la primera vez, pero que hacia la instalación número 100 puede terminar 10 cm corrida de donde indica el modelo.

**¿Qué decidieron?** Concentrar el uso de Gamma AR en las partidas donde el ojo humano pierde precisión con el tiempo —instalaciones— en vez de revisarlo todo por igual.

## ETAPA 5

## Descubrir que el problema era de personas, no de la tablet

**¿Qué no sabían?** Si los profesionales de oficina técnica adoptarían la herramienta con la rapidez que esperaban.

**¿Qué hicieron?** Ofrecieron licencias esperando que oficina técnica, calidad y otros profesionales la incorporaran a su rutina diaria.

**¿Qué descubrieron?** Que la resistencia no vino de los maestros en terreno —que se adaptan rápido a herramientas nuevas—, sino de los profesionales de oficina técnica, menos dispuestos a cambiar su forma de trabajar.

**¿Qué decidieron?** Sacar el control de avance y de no conformidades de las oficinas técnicas de cada obra y centralizarlo en el equipo BIM, que hoy asigna directamente a practicantes para ejecutar ese control todos los días.

## ETAPA 6

## Resolver que la obra no tenía suficiente internet

**¿Qué no sabían?** Que la conectividad iba a ser una condición crítica para que el sistema funcionara.

**¿Qué hicieron?** Probaron combinar 5G y Starlink en un mismo router para dar cobertura a la instalación de faena. También intentaron transmitir wifi desde la grúa torre hacia los contenedores.

**¿Qué descubrieron?** Que la combinación de redes quedó mal configurada, y que los contenedores de obra bloquean la señal wifi como una jaula de Faraday, por lo que la transmisión desde la grúa no llegaba a destino.

**¿Qué decidieron?** Rediseñar el layout de la instalación de faena —agrupando contenedores en vez de alinearlos— y evaluar la factibilidad de internet (fibra, Starlink, 5G, en ese orden) como primer paso antes de instalar cualquier obra nueva.

---

## I 7. Lo que costó

**Encontrar en Chile un proveedor capaz de superponer el modelo sobre la obra real:** tomó cerca de un mes de búsqueda, y la única opción local no tenía capacidad disponible.

**Contratar una licencia sin presupuesto definido de antemano:** sin certeza de que la herramienta rendiría lo esperado.

**Descubrir que la resistencia al cambio no estaba donde se esperaba:** en los profesionales de oficina técnica, no en los maestros, y tener que centralizar tareas para que la herramienta realmente se usara.

**Rehacer la infraestructura de conectividad de las instalaciones de faena:** incluyendo una inversión en 5G y Starlink combinados que no funcionó como se esperaba.

**Sostener un cambio cultural que todavía está en curso:** parte de los profesionales sigue prefiriendo los métodos antiguos.

## I 8. Resultados

Las Golondrinas incorporó BIM y realidad aumentada desde el inicio, por lo que no existe una línea base del mismo proyecto que permita comparar directamente la evolución de las no conformidades. Los resultados se observan, en cambio, en la forma de controlar la obra: el seguimiento es más rápido, requiere menos recursos y permite contar con información actualizada directamente desde terreno.

### Lo que ya ocurrió

#### De días a horas

se redujo el tiempo de control de avance y calidad: el ciclo pasó de un consolidado semanal (disponible recién el lunes) a información diaria en línea.

#### De 3 profesionales a 1 practicante

se redujo la dotación necesaria para levantar el control de avance de un proyecto.

#### 20 colaboradores

capacitados en el proyecto Las Golondrinas, entre distintos cargos y perfiles.

**16.000 m<sup>2</sup>**

controlados con Gamma AR, cubriendo estructura, arquitectura, sanitario, electricidad, climatización, telecomunicaciones y urbanización.

A esto se suma la incorporación de tableros en Power BI, alimentados en línea con los datos de avance del modelo, y una implementación completa —desde la decisión de adoptar BIM hasta tener realidad aumentada operando en obra— en cerca de un año y medio, frente a una proyección inicial de tres años para el cambio cultural.

**Lo que todavía no es parejo**

De los 20 colaboradores capacitados en el proyecto, solo cerca de 4 la usan de forma regular —calidad, oficina técnica y programación—. La adopción sigue concentrada en Las Golondrinas y recién se está extendiendo a otros proyectos, en Frutillar y Puerto Montt; del total de profesionales "casco blanco" de la organización, la mayoría todavía no usa la herramienta. Tampoco existe todavía una medición de residuos post-implementación que permita comparar contra la cifra inicial de 2.000 m<sup>3</sup> por proyecto.

## I 9. Lo replicable

**I. El residuo es información, no solo un costo de gestión**

Medir la merma real de una obra puede revelar un problema de proceso, no solo una oportunidad de reciclaje.

**II. Construir la capacidad BIM adentro, no comprarla afuera**

Si ni la empresa ni sus mandantes dominan la herramienta, externalizarla solo traslada el vacío de conocimiento a la obra.

**III. La resistencia al cambio no siempre está donde se espera**

En este caso, no fueron los maestros en terreno, sino los profesionales de oficina técnica, quienes más costó sumar al cambio.

**IV. No todas las partidas necesitan el mismo nivel de control**

Concentrar el esfuerzo donde el ojo humano pierde precisión con la repetición —como las instalaciones— rinde más que revisarlo todo por igual.

**V. La conectividad de obra ya es infraestructura crítica**

Sin internet estable, un sistema que depende de modelos 3D pesados simplemente no funciona.

**VI. El caso económico se construye con números, no con intuición**

Mostrar el ahorro concreto de reducir el reproceso en uno o dos puntos porcentuales sobre un presupuesto grande suele ser suficiente para justificar la inversión.

*El caso económico que sostuvo la decisión fue simple y explícito: la licencia de Gamma AR cuesta USD 10.000 al año (habilitada para dos proyectos), frente a un presupuesto de obra del orden de los \$20.000 millones. Nicolás lo resume así: reducir el reproceso en apenas 1 o 2 puntos porcentuales ya recupera cerca de \$20 millones, lo que hace difícil justificar no invertir en la herramienta.*

Nicolás Alegría, jefe control de gestión Cerro Moreno Sur.

---

## I 10. La voz de terreno

### Ver antes de construir

Para Ignacio Zúñiga, Profesional Constructor de Oficina Técnica, el aporte de Gamma AR se nota desde la interpretación misma del proyecto: la herramienta ayuda a anticipar cómo se verá emplazado lo que todavía no está construido, y permite detectar incongruencias entre especialidades mucho antes de que se conviertan en un problema en obra. El obstáculo, dice, no fue conceptual sino práctico: cuadrarse con el modelo en terreno, sumado a que varios de los dispositivos de gama media disponibles no cuentan con lo necesario para ejecutar la aplicación —como el giroscopio.

*"Lo más útil es que ayuda a la visualización temprana de incongruencias entre especialidades".*

Ignacio Zúñiga, Profesional Constructor Oficina Técnica.

### Dos rondas al día, siempre las mismas desviaciones

Para Carlos Téllez, Profesional Constructor de Terreno a cargo de la toma de avance, el control con Gamma AR tiene una rutina fija: se levanta la información dos veces al día, mañana y tarde, y se consolida en un control de avance acumulado. Entre las desviaciones más recurrentes están los errores de trazado en artefactos eléctricos y sanitarios —los mismos puntos donde el ojo humano pierde precisión con la repetición—, y se resuelven ahí mismo, indicándole al personal a cargo.

*"Las desviaciones que más se repiten son errores en trazados de artefactos eléctricos y sanitarios, y se resuelven en el momento, indicándole al personal a cargo".*

Carlos Téllez, Profesional Constructor de Terreno.

## I Conclusiones

A primera vista, los tres casos de esta edición tienen poco que ver entre sí. Uno industrializa la producción de viviendas y coordina su traslado hasta Chiloé; otro rediseña una pieza de conexión entre un módulo y su fundación; el tercero lleva un modelo BIM a terreno mediante realidad aumentada. Las escalas, tecnologías y problemas son distintos. Sin embargo, al mirar cómo se desarrollaron estas innovaciones, aparecen aprendizajes similares.

El primero es que encontrar bien el problema puede ser tan importante como encontrar la solución. En Patagual Home, las demoras del montaje se atribuían inicialmente a la precisión de la mano de obra, hasta que la medición mostró que el verdadero cuello de botella estaba en un sistema de anclaje demasiado rígido para convivir con las tolerancias de la obra tradicional. En Cerro Moreno Sur, la inquietud inicial eran los residuos, pero seguir ese problema hacia atrás terminó revelando fallas de planificación y coordinación. Y en Tecno Panel, el desafío no era simplemente fabricar módulos —algo que la empresa ya sabía hacer—, sino encontrar una manera viable de llevar esa capacidad a vivienda social, en otra escala y en otro territorio.

Los tres casos muestran también que innovar obliga a elegir qué no hacer. Tecno Panel decidió no transformarse en constructor local ni controlar toda la cadena; Patagual descartó seguir exigiendo mayor precisión a la obra húmeda; Cerro Moreno Sur optó por desarrollar capacidades BIM internamente en vez de externalizarlas y abandonó

la idea inicial de utilizar lentes de realidad mixta. Las decisiones que dieron forma a cada innovación no fueron solo las soluciones adoptadas, sino también los caminos que se evaluaron y se dejaron atrás.

Una tercera lección es que el piloto no sirve únicamente para demostrar que una idea funciona: sirve para descubrir por qué todavía no funciona del todo. En La Chacra, después de probar exitosamente la ruta de traslado, una diferencia de centímetros en un camión reveló una nueva variable logística. En Jardines de San Pedro, el primer montaje con el nuevo anclaje expuso un error de comunicación entre diseño y cuadrilla. Y en Las Golondrinas, la implementación tecnológica terminó mostrando problemas tan poco sofisticados —y tan determinantes— como la cobertura de internet en una instalación de faena.

A esos aprendizajes se suma una condición que atraviesa los tres casos: ninguna solución genera valor por sí sola. Una nueva planta requiere formar trabajadores, transferir conocimiento y sincronizar fábrica y obra. Un conector mejor diseñado exige que calculistas, supervisores y cuadrillas comprendan una nueva forma de montar. Una herramienta de realidad aumentada solo funciona si quienes deben utilizarla modifican sus rutinas y si la obra cuenta con condiciones tan básicas como una conexión estable a internet. La tecnología, en otras palabras, necesita cambios organizacionales para traducirse en resultados.

---

Y el proceso no termina cuando una primera solución funciona. Resolver un problema suele dejar al descubierto el siguiente. Cuando Patagual aceleró la conexión de los módulos, la disponibilidad de camiones y el desempeño de la grúa pasaron a limitar el ritmo de montaje. Cuando Cerro Moreno Sur consiguió llevar el modelo digital hasta terreno, la conectividad y la adopción se transformaron en nuevas restricciones. Y en Tecno Panel, fabricar industrialmente era solo una parte del desafío: para capturar esa velocidad, la obra civil debía avanzar en paralelo y estar preparada para recibir los módulos.

Vistos en conjunto, los tres casos comparten algo más preciso que una actitud. En los tres, la innovación consistió en mover una decisión hacia adelante y cambiar quién la toma. Tecno Panel entró en el diseño, antes de la licitación, y redistribuyó qué parte del proyecto se produce y qué parte se construye. Patagual dejó de resolver el desajuste de tolerancias en la obra, después de fabricar, y lo resolvió en el diseño de la conexión. Cerro Moreno Sur sacó el control de calidad de lo ya construido y de la oficina técnica de cada obra, y lo puso en el punto de trabajo y en un equipo central. Ninguna de esas tres decisiones es tecnológica. Las tres cambian el orden y los responsables de un proyecto de vivienda.

Esa es también la razón por la que los resultados son verificables: el ciclo de montaje de un módulo pasó de 110 a 40 minutos, el control de avance de una obra pasó de días a horas, y una maniobra que producía 1,2 incidentes mensuales dejó de existir. No son mejoras de rendimiento sobre el mismo procedimiento: son procedimientos distintos.

Los tres casos siguen abiertos: La Chacra está en ejecución. El nuevo anclaje de Patagual todavía no se ha extendido a todas las tipologías de la empresa. En Las Golondrinas, de veinte personas capacitadas, cerca de cuatro usan la herramienta con regularidad. Eso no debilita los casos: muestra a qué se parece realmente adoptar una innovación, y es la parte que un socio necesita ver antes de intentar lo mismo.

Lo que estas tres experiencias permiten transferir no es una tecnología. Es una pregunta: en su propio proyecto, **¿qué decisión se está tomando demasiado tarde, y por quién?**

# CASOS DE INNOVACIÓN

---



**CDT**  
Somos CChC



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**75**  
AÑOS