

# INTEGRACIÓN TEMPRANA

de la cadena de valor en los proyectos de construcción

INCLUYE ANÁLISIS DE PROYECTO PILOTO



## CARTA PRESENTACIÓN

El sector construcción presenta un muy bajo o nulo crecimiento de la productividad en los últimos años. Dentro de los factores que explican esto, están las fallas de coordinación, diseño y planificación, la baja estandarización y prefabricación industrializada y la escasa preparación del capital humano.

Desde la experiencia del **Área de Suministros de la CChC**, existe un potencial de mejora de productividad en el cual los proveedores de materiales de construcción, servicios y del sistema de abastecimiento tienen un rol fundamental, ya que en ellos se concentra un subconjunto importante de los factores incidentes. Es por ello, que el Grupo de Productividad del **Área de Suministros de la CChC** con el apoyo de la **Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT)** y el **Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile**, han desarrollado este documento que resume los efectos de la integración temprana en la productividad luego del trabajo colaborativo y en terreno, junto a varias constructoras e inmobiliarias, en obras de edificación habitacional en extensión y en altura.

Durante la primera etapa de desarrollo de este proyecto, a partir del análisis de productividad en terreno de obras de edificación, se confeccionaron casos de estudio que fueron tomados como base para la realización de talleres de trabajo de integración temprana, a los que se invitó a los principales actores de la cadena de valor de un proyecto de construcción. En estas instancias se desarrollaron soluciones que permitían mejorar la productividad de las obras en términos de plazos, pérdidas de material, uso eficiente de recursos y mejoras en las prestaciones y/o estándares de calidad; y que contribuyan a resolver las problemáticas identificadas. Entre las empresas participantes destacan constructoras, proveedores y distribuidores de materiales, coordinadores técnicos y especialistas del rubro.

Surgieron más de 50 soluciones, de las cuales 14 generan ahorros en torno al 5% en costos y disminuciones significativas en los plazos, una vez integradas tempranamente y junto a los distintos actores que interactúan en un proyecto habitacional.

En una segunda etapa del desarrollo de este proyecto se realizó la validación empírica de la metodología de integración temprana en pilotos a escala real, lo que permitió comprobar que, mediante el trabajo colaborativo en mesas de integración temprana, surgen muchas soluciones constructivas y de optimización del diseño, factibles de implementar en el mediano y largo plazo, que incidirán en la mejora de productividad de los proyectos. En esta etapa se generó un set de fichas en las que se documentaron casos de éxito con soluciones constructivas y de procesos que tienen un alto impacto en la productividad del proyecto.

Tanto los resultados como los documentos que surgen del presente estudio, quedan a disposición de la industria a modo de recomendaciones y buenas prácticas, que pueden ser implementadas en los proyectos, siendo un aporte en pos de mejorar la productividad del rubro de la edificación.

Esperamos que este trabajo sirva para que las empresas socias de la **CChC** visualicen que la integración temprana de actores genera beneficios relevantes, permitiendo desarrollar soluciones más eficientes, incentivando una mejora en los procesos, la planificación y la coordinación, obteniéndose soluciones con resultados específicos, medibles y replicables en otros proyectos de edificación en altura y de extensión.



**Pedro Plaza**  
Vicepresidente  
de la CChC

## TABLA DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I RESUMEN EJECUTIVO

Reseña del contenido del presente documento técnico

Pág. 7

### CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN

Contexto y motivaciones para el desarrollo del estudio

Pág. 8

### CAPÍTULO III OBJETIVOS Y ALCANCE

Enfoque de los análisis a realizar y su alcance

Pág. 10

### CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

Desarrollo metodológico del estudio, considerando 3 etapas

Pág. 12

### CAPÍTULO V RESULTADOS

Resultados de los estudios, impacto en los proyectos y consideraciones particulares

Pág. 32

### CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

Principales conclusiones y análisis finales del documento técnico

Pág. 56

### CAPÍTULO VII PROYECTO PILOTO

Pág. 61

#### AGRADECEMOS LA PARTICIPACIÓN DE:

- Gerencia, profesionales y técnicos de las empresas inmobiliarias y constructoras nombradas a continuación, en orden alfabético: **Bricsa, Daniel Salinas, Echeverría Izquierdo, FG, Fortaleza y Manquehue**, que aportaron sus proyectos y toda la información que fue necesaria durante el desarrollo del estudio.
- Los equipos de profesionales y técnicos de la **Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT**, responsables de desarrollar, tanto el estudio teórico de vivienda en extensión, como su implementación en los proyectos pilotos, además de la elaboración del presente documento técnico.
- Los equipos de profesionales y técnicos del **IDIEM de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile**, responsables de desarrollar el estudio de vivienda en altura.
- Profesionales y técnicos de las empresas que conformaron las mesas de trabajo de los estudios de extensión y altura nombradas a continuación, en orden alfabético: **Acma, Atika, Buenos Vientos, Cap, Casas Florida, Cerámica Santiago, Cintac, Construmart, Easy, EuroWindows, Gerdau, Hormipret, IConstruye, Imperial, Jeld-Wen, Knauf, Melón, Muebles Rojo y Negro, Nueva Forma, Parex, Peri, Pizarreño, ReadyMix, Sika, Sodimac, Tecno Truss, Tecpro, Tehmco, Tigre, Tricolor, Unispan, Vidrios Lirquén y Volcán.**

## CAPÍTULO I

# RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto nace como una iniciativa del **Área de Suministros de la CChC**, conformada por los comités de Especialidades, Industriales y Proveedores, en respuesta al bajo crecimiento que el sector construcción ha presentado durante los últimos años. La experiencia del **Área de Suministros de la CChC** indica que existe un potencial de crecimiento de productividad en etapas tempranas del proyecto, en el cual ellos tienen un rol fundamental.

El foco del estudio fue determinar cómo la integración temprana con las empresas del **Área de Suministros de la CChC** en la cadena de valor de los proyectos de edificación, tanto en extensión como de altura, permite reducir los costos de un proyecto, disminuir los problemas de calidad de la obra y reducir los plazos de ejecución de cada partida. El proyecto se desarrolló durante cinco años, en dos fases: la primera consolidó de forma teórica una metodología de integración temprana, mientras que en la segunda fase se verifica dicha metodología y se aplica la experiencia en proyectos pilotos a escala real.

En la primera fase del estudio teórico se conformaron mesas de trabajo con representantes de la inmobiliaria, la constructora, las especialidades, los proveedores y los subcontratistas quienes, con la adecuada coordinación técnica, analizaron de manera colaborativa las problemáticas de obra aplicando su experiencia, conocimiento técnico y puntos de vista diferentes, con el objetivo común de mejorar la productividad del proyecto. Este proceso de integración temprana favoreció la generación de una amplia gama de soluciones posibles para la mejora de los procesos constructivos de los proyectos, las que se tradujeron en un impacto positivo directo, tanto en los costos, como en los plazos de los proyectos.

En la segunda fase del estudio se aplicó la metodología desarrollada en proyectos pilotos a escala real. Se replicó el trabajo colaborativo y se consiguió la validación de esta metodología a través de la implementación exitosa de una serie de soluciones de integración temprana. Esto permitió evidenciar la optimización de la ejecución de los procesos constructivos, pese a que esta fase se desarrolló en un periodo en que las obras estaban siendo afectadas por la pandemia del Covid-19.

Asimismo, se preparó un set de fichas técnicas, con sus respectivas cápsulas de video, en las que se documentaron casos de éxito mostrando soluciones constructivas y de procesos que tienen un alto impacto en la productividad. Tanto los resultados como los documentos que surgen del presente estudio, quedan a disposición de la industria a modo de recomendaciones y buenas prácticas, que pueden ser implementadas en las obras.

Finalizado el proyecto se puede destacar la importancia del trabajo colaborativo centrado en la optimización de la productividad del proyecto y que fuese realizado por proveedores, constructoras, inmobiliarias y distribuidores en etapas tempranas de un proyecto de construcción, con la adecuada coordinación técnica.

Es importante considerar que los resultados presentados no son directamente extrapolables, sino que van a depender de las condiciones particulares de cada proyecto analizado. Lo que sí es válido para cualquier proyecto, es que aplicando la metodología de integración temprana de proveedores en la cadena de suministros, sin duda se generarán optimizaciones que permitirán ahorros en costo, reducción de plazo, disminución de fallas de calidad, menos residuos, baja en reclamos de posventa y aumento de la productividad en los proyectos.

## CAPÍTULO II INTRODUCCIÓN

Este proyecto nació como una iniciativa del **Área de Suministros de la CChC**, conformada por los comités de Especialidades, Industriales y Proveedores, en respuesta al bajo crecimiento que el sector construcción ha presentado durante los últimos años. La experiencia del **Área de Suministros de la CChC** indica que existe un potencial de crecimiento de productividad en etapas tempranas del proyecto, y que habitualmente no es aprovechado.

La baja en la productividad laboral en el país, particularmente en el sector construcción, ha encarecido las edificaciones y ha afectado de manera negativa la economía y el desarrollo social.

Se puede atribuir mayoritariamente a la falta de coordinación y planificación de los proyectos, a la baja estandarización, al poco uso de prefabricación e industrialización, así como a la escasa preparación del capital humano que participa directamente en los procesos productivos.

Complementario a lo anterior, se debe considerar además que la productividad de un proyecto de edificación se ve afectada por múltiples factores, tanto en la etapa previa a la ejecución del proyecto (como por ejemplo, la calidad del diseño, la coordinación de las especialidades, el conocimiento de avances tecnológicos

y materialidades, entre otros), así como durante el desarrollo de la construcción (como son la gestión logística, de materiales, de la calidad y seguridad del proyecto, entre otros).

En la experiencia del **Área de Suministros de la CChC**, existe un potencial de crecimiento de productividad en el cual los proveedores de materiales de construcción, las empresas industriales y de especialidades tienen un rol fundamental, ya que en ellos se concentra un subconjunto importante de los factores incidentes. Por este motivo, el estudio que se presenta a continuación entrega antecedentes y ejemplos concretos que permiten fijar la participación de la cadena de suministros en el sistema de gestión de obra como una entidad capaz de llevar al proyecto a índices de productividad más elevados.

El foco del estudio fue determinar cómo la integración temprana con las empresas del **Área de Suministros de la CChC** en la cadena de valor de los proyectos de edificación, tanto en extensión como de altura, permite reducir los costos de un proyecto, disminuir los problemas de calidad de la obra o reducir los plazos de ejecución de cada partida.

El estudio se realizó para edificaciones en extensión y edificaciones en altura. El primero fue encargado a la **Corporación de Desarrollo Técnico de la Cámara Chilena de la Construcción (CDT)** y el segundo al **IDIEM de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile**.



## CAPÍTULO III OBJETIVOS Y ALCANCE

El estudio considera realizar la coordinación integrada de proyectos dentro de un espacio de desarrollo colaborativo de los **comités CChC** con las empresas inmobiliarias y constructoras.

### OBJETIVOS GENERALES:

- Mejorar la productividad de los proyectos de edificación en extensión y altura, a partir de reducción de plazos y pérdidas de material, uso eficiente de recursos, mejoras en prestaciones y estándares de calidad.
- Generar coordinación entre actores dispuestos a invertir en productividad *-early adopters-*, en soluciones concretas, con resultados específicos, medibles y replicables en obras vivienda que sirvan como casos de éxito para el sector.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Obtener un análisis comparativo de la situación base del proyecto en ejecución, con la modelación de ahorros teóricos.

### ALCANCE

El estudio contempla el análisis de tres proyectos habitacionales en extensión y cinco proyectos habitacionales en altura, todos en fase de régimen, para comparar y monitorear las mejoras producidas en relación al caso base (no modelado con mejoras).

Para ello se cuantifica el impacto en la productividad generado por la incorporación temprana de un grupo de empresas del **Área de Suministros de la CChC** en el análisis, modelación e implementación de soluciones que permitan reducir costos, plazos, pérdidas (trabajo rehecho), logística y posventa respecto del proyecto original, orientándose a la innovación de productos, soluciones y servicios con su logística asociada.



Como requisito, el proyecto resultante debía mantener sus características arquitectónicas de cara al cliente final, sin perjuicio de que pudiera sufrir pequeñas variaciones como consecuencia de la estandarización e industrialización.

El estudio considera realizar la coordinación integrada de proyectos dentro de un espacio de desarrollo colaborativo de los **comités CChC** con las empresas inmobiliarias y constructoras.

Los estudios se realizaron bajo la tutela de un Comité Ejecutivo formado por representantes del **Área de Suministros, y Vivienda y Urbanismo**.

Las buenas prácticas identificadas y los resultados serán presentados de manera pública como recomendaciones de mejoramiento y buenas prácticas para la industria. No existe apropiabilidad de los resultados por parte de las inmobiliarias participantes.



## CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

La **metodología** para la modelación teórica de las mejoras en los estudios de productividad para proyectos de edificación en extensión y en altura se estructuró en base a tres etapas secuenciales:



- **Etapa 1 - Conformación de equipos y selección de proyectos para estudio**

En esta etapa se definen los equipos de trabajo y se seleccionan los proyectos a ser evaluados, incorporando visitas a terreno con los integrantes de los comités.

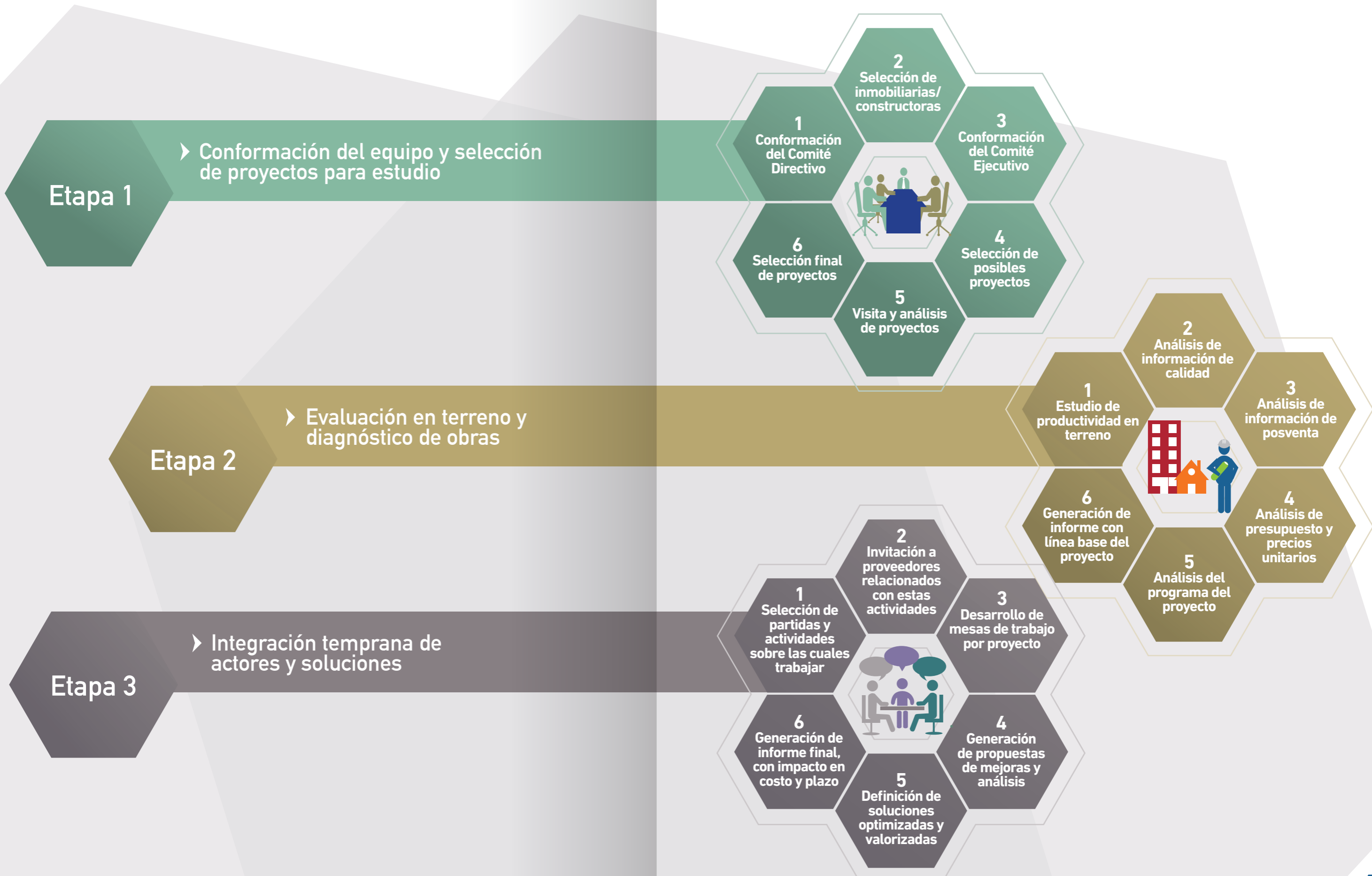
- **Etapa 2 - Evaluación en terreno y diagnóstico de obras**

Esta etapa corresponde al estudio de problemáticas de los proyectos a través de mediciones en terreno, junto con el análisis de información histórica de las obras seleccionadas y posterior diagnóstico a través de indicadores objetivos. Esta etapa culmina con un análisis de brechas de productividad de los proyectos.

- **Etapa 3 - Integración temprana de actores y soluciones**

Esta etapa contempla el desarrollo de talleres de integración temprana de actores, orientados a generar soluciones optimizadas, tomando como base los antecedentes de las obras seleccionadas y los resultados obtenidos de las mediciones realizadas en estas.

La etapa finaliza con las soluciones teóricas optimizadas para los proyectos y la evaluación de su impacto.





## Etapa 1

### Conformación de equipos y selección de proyectos para estudio

En esta etapa inicial del proyecto se difundió la convocatoria a inmobiliarias y constructoras para participar en el proyecto, así como la selección y definición de proyectos sobre los cuales se trabajará.

#### E 1.1 Conformación del Comité Directivo

Se conformó el Comité Directivo del proyecto con dos representantes de cada uno de los siguientes comités (presidente más reemplazante):

- Comité de Proveedores
- Comité de Industriales
- Comité de Especialidades

#### E 1.2 Selección de Inmobiliarias / Constructoras

El Comité Directivo invitó a participar del proyecto a inmobiliarias que tengan su propia constructora, con las cuales se realizaron reuniones para presentar los alcances y obtener el compromiso de participación. Los requisitos para participar consistieron en tener obras de extensión o altura en régimen y que contaran con etapas por desarrollar.

#### E 1.3 Conformación del Comité Ejecutivo

Se conformó el Comité Ejecutivo del proyecto con representantes del Comité Directivo y de inmobiliarias seleccionadas. **CDT** participa como ejecutor del estudio en el caso de edificaciones en extensión e **IDIEM** en el caso de edificaciones en altura.

El Comité Ejecutivo sesionó durante todo el proceso para revisar los avances del proyecto, ajustar el alcance y priorizar los temas a desarrollar.

#### E 1.4 Selección de posibles proyectos

Se trabajó con el Comité para analizar los proyectos que propusieron las inmobiliarias participantes, de forma de evaluar la aptitud del proyecto para participar del estudio: su localización, características de las viviendas, estado de avance del proyecto, forma en que se dispone de la información del proyecto (si es generada con BIM, por ejemplo), tipos de viviendas distintas, materialidades, entre otros aspectos, fueron algunos requisitos según los cuales las inmobiliarias contactadas propusieron la cantidad y tipo de proyectos que podrían ser aptos para realizar el estudio.

En el estudio en extensión se seleccionaron tres proyectos de dos empresas constructoras. En el estudio en altura se seleccionaron cinco proyectos de cuatro constructoras distintas.



**E 1.5 Visita y análisis de proyectos CDT e IDIEM,** junto a algunos participantes del Comité Directivo, visitaron los proyectos propuestos para el estudio, con la finalidad de seleccionar aquellos que cumplieran con los requerimientos.

Se incorporaron otros criterios propios de terreno como la logística y bodega de la obra, planificación operacional, organigrama directivo del proyecto, estado de avance y condiciones actuales de la obra.

#### E 1.6 Selección final de proyectos

En función de su localización, estado de avance, tipología de unidades de casas o departamentos (según corresponda), factibilidad de ejecutar mediciones de productividad y partidas en ejecución durante el periodo de estudio, se definieron los proyectos sobre los cuales se trabajó.

En el estudio en extensión se seleccionaron tres proyectos de dos empresas constructoras, mientras que en el estudio en altura se seleccionaron cinco proyectos de cuatro constructoras distintas.

## Etapa 2

### Evaluación en terreno y diagnóstico de obras

En esta etapa se desarrollaron las evaluaciones en terreno y diagnóstico de cada uno de los proyectos seleccionados, generando la **Línea Base** sobre la cual se aplicaría la mejora. Se realizaron varias visitas previas a fin de recopilar información documental de los proyectos y coordinar los estudios que se realizarían en terreno.

Se recogió la siguiente información documental:



- Planos del proyecto
- Presupuesto del proyecto (incluyendo análisis de precios unitarios APU)
- Programas de obra (y de recursos si estuvieran disponibles)
- Especificaciones técnicas
- Cuadros de cubicaciones
- Cuadro de pedidos de materiales
- Informes semanales (y de *Last Planner* si se realizara)
- Control de costos
- Control de subcontratos
- Consolidado RDI
- Dotación de cuadrillas
- Información de residuos
- Estadísticas de calidad del proyecto y de sus fases anteriores (sólo estudio en extensión)
- Estadísticas de posventa de las fases anteriores del proyecto (sólo estudio en extensión)

#### E 2.1 Estudio de productividad en terreno

Se realizó un diagnóstico en cada uno de los proyectos para identificar los problemas que afectan el normal y eficiente funcionamiento de los distintos procesos productivos. Se enfocó en observar qué partidas son las que marcan el ritmo, cuáles requieren ser mejoradas, la logística de materiales, prefabricación, las secuencias constructivas, las pérdidas, el trabajo rehecho, entre otras.

## Realizar el análisis de la información histórica que disponen las empresas de sus proyectos ya completados es la base para establecer las brechas de productividad

Esto se realiza mediante un análisis de niveles de actividad, o estudio de tipo *time on tools* de las cuadrillas de trabajadores de partidas críticas identificadas en obra. El principal objetivo del estudio de tiempos es determinar las causas de pérdida de productividad y cuáles de ellas se deben a problemas de suministros y de logística de materiales en terreno.

Corresponde a una medición de tiempos de duración de las actividades que realizan los trabajadores en obra durante un periodo de tiempo representativo. Las actividades son clasificadas en cuatro grupos distintos, en los denominados **Niveles de Actividad:**

**Agrega Valor:** Tiempo invertido por trabajadores y/o equipos en actividades que agregan valor directamente al proceso de construcción.

**Soporte:** Tiempo invertido en actividades que apoyan a las que agregan valor, y que son necesarias para materializar los procesos constructivos.

**No Agrega Valor:** Tiempo perdido en detenciones, esperas o utilizado en actividades que no agregan valor a las operaciones de construcción.

**Detención Autorizada:** Tiempo utilizado en detenciones y/o descansos conformes a la ley, normas del mandante o contratistas.

De acuerdo con lo anterior, se realiza un análisis de la distribución de las actividades en una jornada, agrupadas por **Nivel de Actividad** y se representan luego como un segmento de una jornada de 100% de duración.

## Etapa 2

### Evaluación en terreno y diagnóstico de obras

La representación porcentual se debe a que los resultados buscan mostrar características normalizadas de las obras y ofrece un sistema de referencia común entre obras o partidas con distinta duración de la jornada.

Las muestras tomadas con esta metodología permiten obtener una representación precisa del comportamiento de las cuadrillas de trabajo monitoreadas.

Durante cada jornada del estudio, se realizan mediciones de las actividades en rondas periódicas de entre 20 y 40 minutos de duración. Las mediciones se realizan por cada partida crítica de interés a evaluar y el estudio se extiende, normalmente, durante una semana.



Una de las características más importantes de esta metodología es la capacidad de entregar una apertura completa de las causas de pérdida de productividad, principalmente asociadas a aquellas actividades que **No Agregan Valor**. Al identificarse las actividades en las cuales se producen pérdidas de tiempo, se puede proponer, implementar y evaluar mejoras inmediatamente en la gestión, operación, supervisión o metodología de trabajo. Es, por este motivo, una metodología potente de control de trabajo, al ofrecer información realista, obtenida directamente en el frente de trabajo.

#### E.2.2 Análisis de información de calidad (sólo estudio en extensión)

Se recopilaron archivos históricos con registros de calidad de fases anteriores en los tres proyectos de viviendas en extensión, de forma tal de analizar cuáles eran las problemáticas más recurrentes, su frecuencia, su impacto en los avances del proyecto y, en caso de estar registrado, los impactos en costos directos de la obra y plazos del proyecto.

Con la finalidad de poder comparar información de obras y empresas distintas, se generó una estandarización de la documentación que permite tabular los tipos de falla en forma similar para los distintos proyectos, y así cuantificar de manera única su impacto en las obras.

#### E.2.3 Análisis de información de posventa (sólo estudio en extensión)

Se recopilaron archivos históricos con registros de posventa de fases ya completadas, de los tres proyectos de viviendas en extensión, de forma tal de analizar cuáles eran los reclamos y reparaciones más recurrentes en las viviendas, su frecuencia, cuánto demoraron en solucionarse (en caso de estar registrado) y, eventualmente, los impactos en costos; aunque en la mayoría de los casos las cuadrillas de posventa son un costo mensual por empresa, que atiende todos los proyectos.

La información recopilada se estandarizó para comparar empresas y proyectos distintos, registrar las reparaciones y sus costos directos e indirectos en forma similar para los proyectos, y poder cuantificar de manera única su impacto en las obras.

## Etapa 2

Evaluación en terreno y diagnóstico de obras

### E 2.4 Análisis de presupuesto y precios unitarios

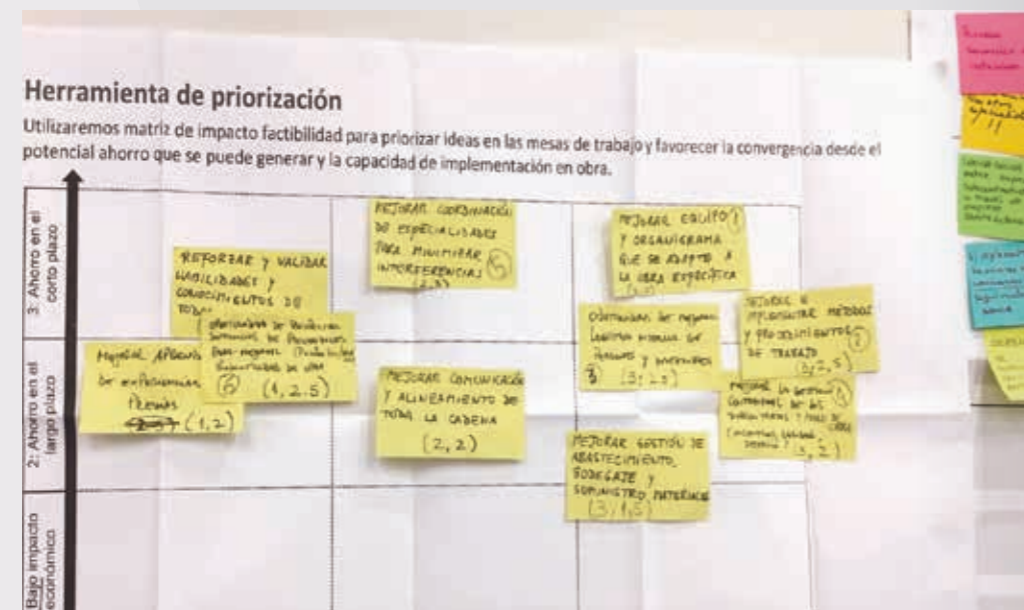
Se analizó el presupuesto de cada uno de los proyectos, de tal forma de identificar las composiciones de precios unitarios de las partidas que se abordarían posteriormente durante la modelación de las mejoras.

Dado que en el caso de extensión los proyectos tenían distintos modelos de casas y, en el caso de edificación en altura, distintos modelos de departamentos, se llevaron a una unidad común (por m<sup>2</sup>), para realizar la modelación correspondiente.

### E 2.5 Análisis del programa del proyecto

Se consideraron los programas de ejecución de los proyectos y sus rutas críticas, para impactar en ellos los cambios de proyecto o partidas asociadas a las mejoras. De esta manera, es posible cuantificar si los cambios afectan o no el programa de la obra y cuántos días de adelanto podrían conseguirse con la solución optimizada.

En el caso de vivienda en extensión, se contempló la modelación utilizando BIM para determinar el impacto en el plazo de la solución optimizada.



### E 2.6 Generación de informe con Línea Base del proyecto

Por cada uno de los tres proyectos en edificación en extensión, y cinco proyectos en edificación en altura, se elaboró un informe con la Línea Base del proyecto recogiendo todos los resultados de las subetapas anteriores.

A partir de este informe sobre las brechas en la productividad, calidad, planificación de obra, problemáticas de posventa, se desarrollan los aspectos a mejorar en las **Mesas de Trabajo**.

Estos informes priorizaban las problemáticas por cada tipo de proyecto y no se incluyen en este documento técnico por motivos de confidencialidad. Por lo demás, corresponden a particularidades de cada una de las obras estudiadas. A nivel de resultado del proyecto, es importante recoger las partidas y soluciones técnicas que fueron objeto de ser mejoradas, y que representan una muestra para entender la dinámica de la metodología.

## Etapa 3

### Integración temprana de actores y soluciones

Esta etapa es la más relevante del estudio, ya que en ella se produce el trabajo colaborativo entre profesionales de las obras, las empresas ejecutoras de los estudios y los distintos profesionales de los tres comités que conforman el **Área de Suministros de la CChC** (Proveedores, Industriales y Especialidades) con el fin de optimizar los proyectos de edificación en extensión y altura que ya cuentan con su **Línea Base**.

Se destaca que estas mejoras se realizan sobre proyectos en ejecución, con etapas previas ya entregadas y, por lo tanto, encontrar aspectos a optimizar es un desafío mayor, en atención al espíritu de este proyecto, que es no intervenir el diseño "de cara al cliente final".

#### E 3.1 Selección de partidas y actividades sobre las cuales trabajar

El Comité Directivo analizó los informes de los proyectos y estableció, en conjunto con las entidades ejecutoras, las potenciales partidas a ser evaluadas durante los talleres de integración temprana de actores. La selección se basó en los resultados de las mediciones realizadas en las obras seleccionadas para participar del presente estudio, así como en el levantamiento de información obtenido a partir de los antecedentes de cada obra estudiada y las etapas anteriores de obras (en caso de extensión).

- **Incidencia en el costo directo del proyecto:** la incidencia en el costo del proyecto de la partida, medida en base al presupuesto, refleja la importancia que tendrán los problemas de productividad, calidad o posventa que puedan producirse ya que, a mayor proporción dentro del presupuesto, mayor susceptibilidad a verse afectado por los problemas detectados.

Cabe destacar que los análisis se realizaron distinguiendo entre las partidas en etapa de obra gruesa y las que forman parte de las terminaciones.

- **Incidencia en la productividad:** mediante la cuantificación del tiempo perdido y sus causas, detallados en el estudio de productividad, se detectan las razones asociadas a problemas logísticos y de materiales que generan detenciones en el flujo de trabajo, pérdidas operacionales, pérdidas asociadas a problemas de calidad, entre otras.

- **Incidencia de problemas de calidad y posventa (sólo estudio de extensión):** mediante el levantamiento documental de información histórica de la empresa sobre etapas anteriores de los proyectos de viviendas, se realizan análisis de las fichas de observaciones de calidad, trabajo rehecho, descripción de problemas de posventa, o cualquier aspecto que genere un trabajo adicional, buscando corregir un defecto del producto.

Cabe destacar que los análisis se realizaron distinguiendo entre las partidas en etapa de obra gruesa y las que forman parte de las terminaciones.

#### E 3.2 Invitación a proveedores relacionados con estas actividades

Según el listado de partidas seleccionadas para modelar en mesas de trabajo, se invitó a los proveedores de las distintas empresas socias de los comités del **Área de Suministros de la CChC**, así como casos particulares de proveedores de las obras no asociados a **CChC**, de forma tal de tener representada la partida correspondiente de análisis.

Se formaron mesas de trabajo por cada proyecto estudiado. En cada mesa se distribuyeron las empresas proveedoras según partida asociada y de forma homogénea en todos los proyectos, siempre que la cantidad y variedad de proveedores lo permitiera (puede haber casos en que la cantidad de proveedores participantes no cubre la cantidad de veces que se repite una partida por proyecto, o lo contrario). Se incorporó al equipo el coordinador de proyecto, quien posteriormente modeló las soluciones para conocer su compatibilidad, ya sea por métodos tradicionales o BIM.

## Etapa 3

### Integración temprana de actores y soluciones

**En las mesas de trabajo participaron:**

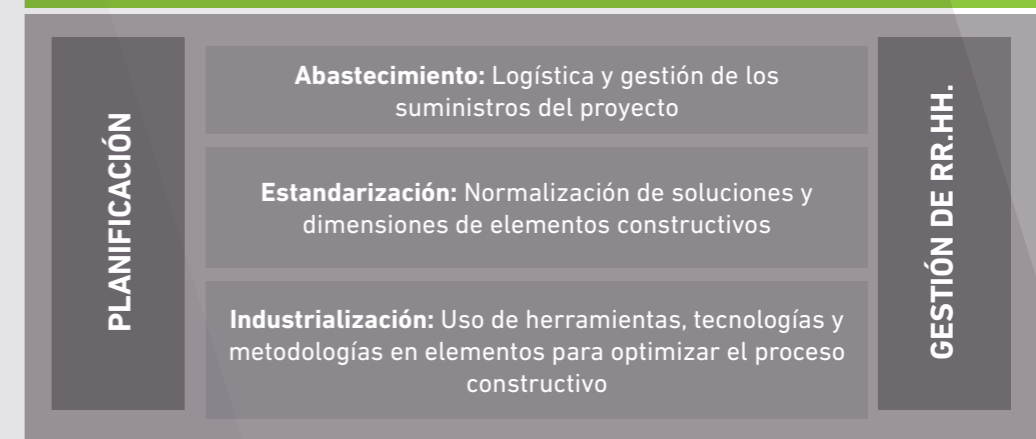
- Representantes de los **comités de Especialidades, Industriales y Proveedores CChC**
- Representantes de las **inmobiliarias y constructoras**
- Representantes de la directiva del **Área de Suministros de la CChC**
- Representantes de **CDT** (en caso de vivienda de extensión) e **IDIEM** (en caso de vivienda en altura)
- Desarrollo BIM para modelar las soluciones que impactaban en plazo (sólo en caso del estudio en extensión)

Se realizó una reunión *kick off*, con el propósito de introducir a los participantes de las mesas de trabajo en los alcances y objetivos del estudio, así como a la metodología de trabajo de las mesas.

Las líneas de trabajo para la optimización de las problemáticas analizadas deberán seguir los focos señalados en el esquema que se presenta a continuación:



### LÍNEAS DE TRABAJO



El esquema indica que existe una serie de problemáticas u oportunidades de mejora de productividad en proyectos de construcción asociados a suministros y que se presentan en todo tipo de obra: problemas de abastecimiento, estandarización de soluciones y la industrialización, que representan los ejes de trabajo del proceso de análisis de soluciones o propuestas para mejorar un determinado problema identificado en el estudio.

A la vez, existen otros ejes transversales a los ya señalados, que son la planificación y la gestión de recursos humanos, que trascienden a todas las líneas de trabajo para la mejora de productividad.

De esta manera, toda solución propuesta tendrá asociados en su formulación componentes de planificación y/o gestión de recursos humanos, además de sus cualidades técnicas específicas.

## Etapa 3

### Integración temprana de actores y soluciones

#### E 3.3 Desarrollo de Mesas de Trabajo por proyecto

En conjunto con el Comité Ejecutivo, se definieron las empresas que participaron en los talleres de integración temprana de actores.

En el caso de vivienda en extensión se formaron tres mesas de trabajo, una por cada proyecto, las cuales abordaron de forma separada los análisis de partidas de obra gruesa y terminaciones. Sin embargo, en el caso de vivienda en altura, se establecieron tres mesas de trabajo de

acuerdo a las partidas a intervenir y los casos de estudio elaborados, una para cada etapa del proyecto: obra gruesa, instalaciones y terminaciones.

Los talleres de trabajo se desarrollaron en las dependencias de la **CChC**, en seis sesiones en el caso de vivienda en extensión, y cuatro sesiones en el caso de viviendas de altura, todas ellas de aproximadamente cinco horas de duración, siguiendo una dinámica de trabajo similar, con ciertas diferencias según el cronograma siguiente:

##### Vivienda en extensión

Sesión 1	Kick off y presentación de Línea Base de los proyectos
Sesión 2	Análisis de soluciones propuestas por proveedores
Sesión 3	Análisis de soluciones propuestas por proveedores
Sesión 4	Análisis de soluciones propuestas por proveedores
Sesión 5	Revisión de alternativas propuestas y factibilidad
Sesión 6	Propuestas finales

##### Vivienda en altura

Sesión 1	Identificación de oportunidades
Sesión 2	Propuesta de soluciones
Sesión 3	Identificación de la Línea Base
Sesión 4	Propuesta de valor y plan de implementación

#### E 3.4 Generación de propuestas de mejoras y análisis

En las distintas mesas de trabajo se desarrollaron soluciones que permitieran mejorar la productividad de proyectos a nivel de modelación teórica, y que generaran:

- Reducción en los costos
- Menor plazo de ejecución
- Menos trabajo rehecho

Para ello, en las mesas se analizaron las brechas de productividad levantadas en las obras, con profesionales de las empresas ejecutoras del proyecto. Estos enfocaban a los equipos participantes en soluciones prácticas, realizables, con un plan concreto de implementación, y que permitieran a los proveedores del **Área de Suministros de la CChC** mostrar las mejoras que podrían aportar en la optimización de soluciones.

Las soluciones propuestas se enfocaron en cumplir con los siguientes requerimientos:

- Desarrollarse bajo el principio de la integración temprana de actores.
- Deben incluir su respectivo plan de implementación.
- No pueden introducir cambios al diseño del proyecto (producto "de cara al cliente").
- Deben mantener o mejorar las condiciones de seguridad y sustentabilidad respecto a la situación base.

#### E 3.5 Definición de soluciones optimizadas y valorizadas

El procedimiento para la optimización de una solución está constituido por 3 componentes principales:

- Efecto en el costo directo de la partida
- Efecto de la reducción del trabajo rehecho
- Efecto en la disminución de los plazos de ejecución

## Etapa 3

### Integración temprana de actores y soluciones

Luego de cuantificados estos efectos, se suman y se ponderan por la incidencia de la partida en el presupuesto de la obra, obteniendo así el impacto final de la solución respecto al presupuesto total.

#### Efecto en el costo directo de la partida

Se analiza el efecto de la solución en el análisis de precio unitario (APU) de la partida, incorporando las variaciones de cantidades y de precios, tanto de la mano de obra como de los subcontratos, materiales y maquinarias que considera dicha partida.

A partir de estas variaciones se genera un nuevo análisis de precios unitarios (APU) asociado a la solución propuesta por la mesa de trabajo integrada.

#### Efecto de la reducción del trabajo rehecho

El efecto en la calidad de la solución fue calculado como el potencial ahorro en el costo directo de la partida, debido a la reducción del trabajo rehecho y la disminución de fallas de posventa que aportaba dicha solución.

La cuantificación de estas reducciones modifica el APU de la partida, en base a la información entregada por los proveedores.

#### Efecto en la disminución de los plazos de ejecución

Corresponde a la cuantificación de la eventual disminución de los plazos de ejecución de la obra, debido al impacto de la aplicación de la solución. Esta disminución se refleja en un ahorro de costos de gastos generales de la obra.

En el estudio en extensión se utilizó modelación BIM de las viviendas para el cálculo del impacto global de las soluciones optimizadas, en el plazo del proyecto.



#### E 3.6 Generación de informe final con impacto en costo y plazo

Muchas de las soluciones desarrolladas durante las mesas de trabajo no generaron un ahorro en el proyecto o una disminución de plazo, por lo que fueron desechadas respecto de la solución optimizada. Sin embargo, estas modelaciones se realizan sobre la base de proyectos en ejecución, por lo cual la posibilidad de impacto se reduce respecto a implementarlas en forma más temprana.

De todas las soluciones optimizadas desarrolladas durante los talleres, se seleccionaron aquellas que cumplían con el principio de generar beneficios en ahorros de costo, plazo y calidad combinados. Junto con esto se determinó el beneficio de aplicar conjuntamente aquellas soluciones que resultaban compatibles de implementar en un mismo proyecto. El cálculo del beneficio en términos de costo y plazo se realizó tomando como base el costo y plazo del programa de la situación sin soluciones implementadas. Al término del periodo de optimización por las mesas, se generó un documento con la solución final definida y su simulación de ahorro posible.



## CAPÍTULO V RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados específicos de cada estudio, vivienda en extensión y vivienda en altura, haciendo notar que cada vez que se aplique la metodología de integración temprana habrá resultados distintos, partidas definidas para el proyecto que están sujetas a mejora desde el foco de la productividad.

La participación de los profesionales de obra, sumado a la experiencia de los proveedores respecto a las soluciones que ofrecen, generan un sinnúmero de oportunidades de mejorar los proyectos, incluso después de iniciada la construcción del proyecto. A continuación se presentan las soluciones específicas propuestas para los proyectos, sin identificar en cuál de ellos se podrían aplicar:

### 5.1 Resultados en edificaciones en extensión

#### Selección de soluciones propuestas

A continuación se muestra en detalle las soluciones propuestas por las mesas de trabajo para los diversos problemas identificados y clasificados durante el estudio de productividad y levantamiento documental. Esta lista es la base del análisis posterior y la optimización que permitirá cuantificar las mejoras. Surgen en distintos proyectos, por ende no hay un orden establecido en los listados que se muestran a continuación.

#### Soluciones propuestas para obra gruesa

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
1	ALBAÑILERÍA	Pérdida de materiales y trabajos rehechos por mala ejecución. Proveedor entrega cantidad de ladrillos, no soluciones constructivas	Participar de cubicación y modulación de ladrillos, revisión y ajuste de planos de ejecución de albañilería
2	ENFIERRADURA Muros y losas	Errores en ejecución de enfierraduras	Reemplazar armado de enfierraduras con elementos electrosoldados, predimensionados y cortados
3	ENFIERRADURA Radier	Errores en ejecución de enfierraduras	Reemplazar fundaciones actuales y radier (enfierradura tradicional) por losa de fundación de hormigón con fibra de acero (sujeto a cambio normativo)
4	ENFIERRADURA Losas y Vigas	Pérdidas en los despuntes de los fierros	Comprar fierros en largos optimizados v/s medida de 12m, para evitar pérdidas
5	HORMIGÓN	Sobredimensionamiento de pedidos anticipados de hormigón, ocupan capacidad de planta para atender otros proyectos, lo cual encarece costos	Ajustar cubicaciones a la realidad desde obra para que los pedidos sean cercanos a los requerimientos reales. Incorporar cláusulas de contrato para regular esta práctica
6	HORMIGÓN	Incumplimiento en los despachos del hormigón	Control desde obra de causas de sobre estadía. Incorporar cláusulas de contrato para regular esta práctica

## Soluciones propuestas para obra gruesa

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
7	HORMIGÓN	Incumplimiento en los despachos del hormigón	Plataforma donde cliente visualiza la demanda de pedidos de hormigón en el horario de solicitud
8	HORMIGÓN	Pérdidas de hormigón	Control de pérdidas de hormigón y ajuste de cubicaciones en pedidos (camiones completos o incompletos)
9	HORMIGÓN	Incumplimiento en los despachos del hormigón	Hormigonar en horarios contrarios a la demanda. Incorporar cláusula en los contratos
10	HORMIGÓN	Problemas de ejecución y nidos en hormigón	Hormigón autocompactante en vez de hormigón tradicional
11	IMPERMEABILIZACIÓN Muros	Humedad en capas inferiores de muros por capilaridad, pese a colocación de producto original	Cambiar producto por uno de mejor desempeño
12	MOLDAJES	Desarme de juegos de moldajes durante la ejecución del proyecto, generando pérdidas de tiempo buscando piezas específicas	Diseño de un set de moldajes como base a todos los diseños de casa, con expansiones para cada modelo diferente
13	MOLDAJES	Proveedor define la modulación, pero luego despacho no retroalimenta a proyecto. Faltas de stock de algunos elementos. Se despachan soluciones incompletas	Se propone un sistema o software que cruce disponibilidad de stock con requerimiento de proyecto, para las necesidades de la obra de acuerdo al plano generado
14	MOLDAJES	No se tiene optimizada la secuencia de uso de moldajes	Participar en modulación y definición de juegos de moldajes, junto a equipo de obra al inicio del proyecto

## Soluciones propuestas para obra gruesa

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
15	MOLDAJES	No se tiene optimizada la secuencia de uso de moldajes	Trabajo conjunto entre proveedor de hormigones y moldaje para dar solución a elementos bien ejecutados
16	TECHUMBRE	Minimizar pérdidas	Realizar la optimización del diseño (cálculo) de cada cercha, para reducir costos por material
17	GENERAL	En modulaciones de moldajes, el proveedor interviene en definición de cantidad de juegos para cumplir la secuencia. Ese requerimiento es indicado por obra	Hacer participe a proveedor en la modulación, definir cantidad de material, etc.
18	GENERAL	Problemas de comunicación, coordinación y cumplimiento entre proveedor, distribuidor y contratista	Generar flujos de procesos desde el requerimiento de un producto hasta la entrega en obra, identificando etapas y tiempos de duración o respuesta de cada etapa, cuándo interactúan con constructoras, distribuidores o subcontratos
19	GENERAL	Bodegueros no cumplen con el buen acopio de materiales y control de stock adecuado	Trabajar propuesta de capacitación de bodegueros en aspectos multidisciplinarios de controles de stock, almacenamientos, etc.

## Soluciones propuestas para terminaciones

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
1	PINTURAS	Pinturas no logran cobertura esperada para el proyecto	Pintura de una mano, un producto en prueba (aún no sale a mercado)
2	VENTANAS	Vanos no cumplen medidas y se tiene que rectificar	Estandarización de medidas de ventanas
3	TABIQUERÍAS	Problemas de ritmo en tabiquerías	Utilizar elementos prefabricados en shafts, vigones, cenefas, etc.
4	PUERTAS	Pérdidas de material, tiempo y daño en material por armar las puertas en proyecto	Puertas precolgadas
5	PUERTAS	Medidas de vanos no es estándar ni queda ejecutado de acuerdo a planos, obligando a colocar puertas con diferencias de medidas para suplir este error	Estandarización de medidas de puertas
6	YESO	Malos rendimientos en colocación de yeso y excesos de pérdidas de materiales	Yeso proyectado
7	CERÁMICAS	Problemas de adherencia y soplado de cerámicas	Uso de adhesivo nivelador en vez de mortero nivelador más adhesivo
8	MUEBLES	Problemas de ritmo en ejecución de muebles	Muebles predimensionados para un fácil armado (kit)
9	MUEBLES	Armado de muebles en obra es complicado	Traer muebles prearmados e instalados por proveedor
10	MUEBLES	En un proyecto existen muchos tipos de muebles para un mismo recinto	Estandarización de medidas y formas de los muebles entre proyectos

## Soluciones propuestas para terminaciones

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
11	PINTURAS	EE.TT. son deficientes o muy generales y contratistas no siempre tienen capacidad para evaluar pertinencia de las mismas al proyecto	Metodología de ejecución incorporando a proveedor en definición de esquemas de pintura desde las EE.TT. originales
12	MUEBLES	Interrupciones en flujo de ejecución de muebles (por interacción constructora -subcontrato - proveedor)	Incorporar al proveedor desde el inicio del proyecto, con los planos, cubicaciones, participando del costeo, apoyando en logística y estandarización para luego coordinar la ejecución con instalador
13	MUEBLES	Proveedor no participa en la ejecución de los muebles, el que lo realiza es el subcontrato de instalación de muebles	Incorporar al instalador de la programación de los muebles
14	MUEBLES	Desconocimiento de los trabajadores responsables de la instalación	Realizar capacitación, faltan equipos especializados de instalación (lo podría asumir el proveedor)
15	PINTURAS	Desconocimiento de los trabajadores responsables de la aplicación	Mejorar la aplicación de pinturas con pilotos o capacitación en obra
16	VENTANAS	Daño en marcos y vidrios de ventanas	Aplicación de films en marcos desde fábrica
17	VENTANAS	Falta coordinación en los despachos de ventanas de acuerdo a los requerimientos de obra	Coordinación de despacho en kit acorde a necesidades de obra y no despacho por tipo

## Soluciones propuestas para terminaciones

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
18	CERÁMICAS	Problemas de ejecución de la partida cerámica asociados al pegamento	Certificación de mano de obra en aplicación de productos
19	CERÁMICAS	Problemas de tonos de cerámica	Entrega de kits por casa
20	VENTANAS	Rasgos no quedan ejecutados de acuerdo al proyecto	Utilización de premarcos
21	GENERAL	Diferentes metas entre proveedor y constructora interfieren en la buena ejecución de las soluciones	Se propone transparentar procedimiento de proveedores con constructoras para efectos de logística, abastecimiento, planificación y coordinación de materiales, metas comunes
22	GENERAL	Comunicación de los proveedores es entre jefe de ventas y jefe de adquisiciones de la empresa. Ninguno participa en la operación y ejecución de las soluciones en obra. No se retroalimenta las problemáticas operacionales o de abastecimiento	Generar una instancia en que la constructora presente problemáticas y requerimientos del proyecto para que sean solucionados con propuestas por los proveedores, información que debe ser utilizada al momento de cerrar los contratos
23	GENERAL	Daños en elementos de terminaciones (puertas, ventanas, mueble, etc.)	Protección de todos los elementos de terminaciones desde el traslado, instalación y entrega a propietario final



## Soluciones valorizadas en edificaciones en extensión

Se realizó una selección de aquellas partidas cuya información disponible permitía realizar un cálculo de variaciones de precios en presupuesto y de los plazos de ejecución. Además, se evaluó el efecto de la implementación de la mejora propuesta para cada una de ellas y no obstante se evaluaron todas las soluciones propuestas en cada mesa, se seleccionaron aquellas que generaban una reducción neta en costo directo, por efecto en el precio unitario o por reducción de trabajo rehecho. En resumen, el resultado del análisis se muestra en la tabla a continuación, en ella se indican:

- **Impacto en costo directo del presupuesto:** correspondiente a la variación porcentual específica generada en la partida intervenida con una mejora puntual en su APU.
- **Impacto en costo directo de reducción del trabajo rehecho:** correspondiente a la variación porcentual específica generada en la partida intervenida con una mejora puntual, de los efectos en la reducción de trabajos rehechos, valorados en función del costo directo.
- **Impacto en gastos generales:** valorización de la reducción del plazo de ejecución de una partida debido a la implementación de una mejora específica. Sólo se consideran aquellos casos en que la partida pertenece a la ruta crítica.
- **Incidencia individual en costo de la partida:** sumatoria de variaciones anteriores (ya que todas están cuantificadas en función del costo directo).

Se seleccionaron las siguientes mejoras:

N°	PARTIDA	UBICACIÓN	PROPUESTA DE MEJORA	IMPACTO EN COSTO DIRECTO DEL PPTO. (A)	IMPACTO EN COSTO DIRECTO DE REDUCCIÓN DEL TRABAJO RE HECHO (B)	IMPACTO EN GASTOS GENERALES (C)	INCIDENCIA INDIVIDUAL EN COSTO DE LA PARTIDA A+B+C
1	ENFIERRADURA	Muros y Losas	Reemplazar armado de enfierraduras con elementos electrosoldados, predimensionados y cortados	11,9%	1,5%	1,9%	15,3%
2	ENFIERRADURA	Radier	Reemplazar fundaciones actuales y radier (enfierradura tradicional) por losa de fundación de hormigón con fibra de acero (sujeto a cambio normativo)	23,1%	0,0%	0,0%	23,1%
3	MOLDAJE	Muros, losas y vigas	Diseño de un set de moldajes como base a todos los diseños de casa, con expansiones para cada modelo	4,9%	0,0%	0,0%	4,9%
4	ALBAÑILERÍA	Muros	Participar de cubicación y modulación de ladrillos, revisión y ajuste de planos de ejecución de albañilería	4,3%	0,0%	0,0%	4,3%

Se seleccionaron las siguientes mejoras:

N°	PARTIDA	UBICACIÓN	PROPUESTA DE MEJORA	IMPACTO EN COSTO DIRECTO DEL PPTO. (A)	IMPACTO EN COSTO DIRECTO DE REDUCCIÓN DEL TRABAJO RE HECHO (B)	IMPACTO EN GASTOS GENERALES (C)	INCIDENCIA INDIVIDUAL EN COSTO DE LA PARTIDA A+B+C
5	PINTURAS	Todas	Pintura de una mano, un producto en prueba (aún no sale a mercado)	15,2%	0,0%	4,1%	19,3%
6	VENTANAS	Todas	Estandarización de medidas de ventanas	7,1%	0,0%	0,0%	7,1%
7	TABIQUERIAS	Shaft, vigones, cenefas	Utilizar elementos prefabricados en shafts, vigones, cenefas	22,9%	0,0%	0,0%	22,9%
8	PUERTAS	Todas	Puertas precolgadas	5,1%	0,0%	12,8%	17,9%
9	PUERTAS	Todas	Estandarización de medidas de puertas	1,7%	1,0%	0,0%	2,7%



Los datos anteriores evidencian que aquellas mejoras relacionadas con la prefabricación o que incorporan productos innovadores, tienen una alta incidencia en la reducción del costo de la partida individual, y también en su plazo de ejecución.

También aparecen soluciones de impacto moderado en el costo de la partida, pero que resultan relevantes desde el punto de vista de mejorar los plazos de ejecución del proyecto.

Una vez completado el análisis de cada solución, obteniendo su efecto tanto en costo directo de la partida, como en la reducción del trabajo rehecho y el impacto en plazos del proyecto; se suman estos tres ejes de análisis y se ponderan por la incidencia de la partida en el presupuesto total de la obra.

De esta manera se tiene una lista de soluciones con su impacto, proporcional a la incidencia de cada solución en el presupuesto total del proyecto.

#### Soluciones optimizadas y compatibles

Finalmente, del total de nueve soluciones disponibles se seleccionaron aquellas compatibles en una misma unidad de vivienda, resultando ocho soluciones a través de las cuales se determinó el impacto global del estudio.

En particular, se mantuvo la optimización de la albañilería, sacando la optimización del moldaje que aplica en caso de viviendas de hormigón armado.

#### Resultados vivienda en extensión

N°	PARTIDA	PROPUESTA DE MEJORA	INCIDENCIA INDIVIDUAL EN COSTO DE LA PARTIDA	INCIDENCIA DE LA PARTIDA EN EL PPTO. TOTAL	INCIDENCIA DE LA MEJORA EN COSTO CON RESPECTO AL PPTO. TOTAL
			A	B	A x B
1	ENFIERRADURA Muros y losas	Reemplazar armado de enfierraduras con elementos electrosoldados, predimensionados y cortados	15,3%	5,6%	0,9%
2	ENFIERRADURA Radier	Reemplazar fundaciones actuales y radier (enfierradura tradicional) por losa de fundación de hormigón con fibra de acero (sujeto a cambio normativo)	23,1%	3,5%	0,8%
3	ALBAÑILERÍA Muros	Participar de cubicación y modulación de ladrillos, revisión y ajuste de planos de ejecución de albañilería	4,3%	6,4%	0,3%
4	PINTURAS	Pintura de una mano, un producto en prueba (aún no sale a mercado)	19,3%	8,1%	1,6%
5	VENTANAS	Estandarización de medidas de ventanas	7,1%	7,4%	0,5%
6	TABIQUERIAS	Utilizar elementos prefabricados en shafts, vigones, cenefas	22,9%	0,4%	0,1%
7	PUERTAS	Puertas precolgadas	17,9%	4,6%	0,8%
8	PUERTAS	Estandarización de medidas de puertas	2,7%	4,6%	0,1%
<b>TOTAL, INCIDENCIA DE PARTIDAS MODELADAS (EN PRESUPUESTO Y REDUCCIÓN DE COSTOS)</b>				<b>40,6%</b>	<b>5,1%</b>

Las soluciones que presentaron un mayor beneficio resultaron ser las que intervenían en las partidas de la etapa de terminaciones, especialmente por el alto impacto de la partida de pinturas.

En el caso de las partidas de obra gruesa, las de mayor impacto resultan ser las que se relacionan con las enfierraduras, reemplazando, por ejemplo, el armado en obra por mallas electrosoldadas.

Destaca que se consideran soluciones propuestas en las mesas de trabajo colaborativas, que requieren cambios normativos, o aprobaciones de productos que se encuentran aún en pruebas. Ellas surgieron de la experiencia de uso en países industrializados, entendiendo que en el futuro próximo podrían ser aplicadas en Chile.

**Impacto en plazo**

Aplicando modelación BIM a un tipo de casa seleccionado aleatoriamente, considerando cuatro de las mejoras propuestas, que impactaban directamente en el plazo de ejecución de la vivienda, **se obtuvieron 11 días hábiles de adelanto de la casa mejorada**, respecto de la ejecución de la casa sin modificaciones. Las mejoras consideradas en esta modelación BIM teórica fueron: enfierradura prearmada, mallas electrosoldadas, puertas precolgadas y pintura de una mano.

En resumen, se optimizaron soluciones para un **40,6% del presupuesto, obteniéndose una mejora del 5,1% del costo directo y una reducción de 11 días hábiles en el plazo del proyecto de vivienda en extensión.**



## Estudio de productividad vivienda en extensión



(\*) sujeto a cambio normativo  
(\*\*) producto en pruebas

### 5.2 Resultados en edificaciones en altura

#### Selección de soluciones propuestas

A continuación, se muestra en detalle las soluciones propuestas por las mesas de trabajo para los diversos problemas identificados y clasificados durante el estudio de productividad y levantamiento documental. Esta lista es la base del análisis posterior y la optimización que permitirá cuantificar las mejoras. Surgen en distintos proyectos, por ende no hay un orden establecido en los listados que se muestran a continuación.



#### Soluciones propuestas para obra gruesa

Código	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
OG-1	HORMIGÓN	Mejorar la coordinación del abastecimiento externo de materiales. Reducir pérdidas económicas y de tiempo por retrasos de despacho de hormigones	Minimizar tiempos de espera de suministro del hormigón a través de una plataforma para la coordinación con el proveedor. Aumentar el cumplimiento de tiempo de despacho de hormigones
OG-2.1	ENFIERRADURA	Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado y enfierradura	Modificación de enfierraduras de losas y muros (de A630 a AT56 en losas y a A630S en muros). Para el armado de elementos se considera la utilización de mallas prearmadas con fijación electrosoldadas de barras

#### Soluciones propuestas para obra gruesa

Código	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
OG-2.2	ENFIERRADURA	Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado y enfierradura	Modificación de enfierraduras preparadas en obra por enfierradura prearmada de forma industrial y despachada <i>Just in time</i>
OG-2.4	ENFIERRADURA	Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado y enfierradura	Modificar el acero utilizado en la enfierradura por uno de mayor fluencia (520 MPa) y, por lo tanto, de mayor resistencia. De esta forma se busca reducir cuantía de acero que requieren los elementos estructurales del edificio
OG-3.1	HORMIGÓN	Evitar las reparaciones y rehacer trabajos. Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado	Uso de hormigón autocompactante en el hormigonado de la estructura. De este modo se agiliza el proceso, se reduce el requerimiento de mano de obra y se logra un mejor acabado. Óptima terminación de la superficie de los elementos de hormigón beneficia las faenas posteriores, tanto de reparaciones como de enlucidos y revestimientos
OG-3.2	MOLDAJES HORMIGÓN	Evitar las reparaciones y rehacer trabajos. Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado	Uso de hormigón autocompactante en el hormigonado de la estructura, junto con el uso de moldajes monolíticos. Se reduce mano de obra y se logra un mejor acabado. Disminución de reparaciones y partidas de enlucidos y revestimientos
OG-4	ENFIERRADURA MOLDAJE HORMIGÓN	Evitar las reparaciones y rehacer trabajos. Redefinir procesos constructivos de las partidas de hormigonado. Incorporar elementos prefabricados y sistemas industrializados en los procesos constructivos de obra	Incorporar prelosas de hormigón pretensado que cumplan con las EE.TT. del proyecto (en coordinación con calculista). Se reducen las faenas que se tienen que ejecutar en obra. Se reduce el requerimiento de mano de obra



## Soluciones propuestas para terminaciones

Código	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
INST-1	TABIQUERÍAS INST. ELÉCTRICAS	Mejorar la logística interna referida a la gestión del personal y de los materiales	Implementar kit de materiales de tabiquería por pisos (placas estructuras, estructuras, tornillo, aislación, tratamientos, canalización y yeso)
INST-2	TABIQUERÍAS	Mejorar e implementar métodos y procedimientos de trabajo. Mejorar la logística interna referida a la gestión del personal y de los materiales	Implementación de shaft prefabricado. De este modo se optimiza el uso de materiales y se reducen los residuos generados
TT-1.1	CERÁMICAS	Mejorar la coordinación del abastecimiento de materiales con proveedores	Generar kit de materiales para partida de cerámica por piso
TT-1.2	PINTURAS	Mejorar la coordinación del abastecimiento de materiales con proveedores	Generar kit de materiales para partida de pintura por piso
TT-2.1	CERÁMICAS	Capacitar técnicamente a todos los involucrados en la instalación, desde la línea de supervisión a los instaladores. Mejorar la coordinación para una correcta confección de EE.TT. con todos los actores involucrados en los procesos constructivos. Mejorar y asegurar la calificación de la mano de obra	Especializar y capacitar a cuadrilla de instalación y línea de supervisión para reducir la cantidad de trabajos rehechos. Certificación de cuadrilla de instalación avalada por algún ente certificador. Supervisión de coordinador técnico de EE.TT. apoyado por el uso de software de soporte de gestión

## Soluciones propuestas para terminaciones

Código	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
TT-2.2	PINTURAS	Capacitar técnicamente a todos los involucrados en la instalación, desde la línea de supervisión a los instaladores. Mejorar la coordinación con todos los actores involucrados en los procesos constructivos para una correcta confección de EE.TT. Mejorar y asegurar la calificación de la mano de obra	Especializar y capacitar a cuadrilla de instalación y línea de supervisión para reducir la cantidad de trabajos rehechos. Certificación de cuadrilla de instalación avalada por algún ente certificador. Supervisión de coordinador técnico de EE.TT. apoyado por el uso de software de soporte de gestión
TT-3.1	CERÁMICAS	Mejorar la supervisión y acompañamiento de los distintos procesos constructivos	Asistencia técnica de obra por parte de proveedores en la partida de instalación de cerámica para reducir la cantidad de trabajos rehechos
TT-3.2	PINTURAS	Mejorar la supervisión y acompañamiento de los distintos procesos constructivos	Asistencia técnica de obra por parte de proveedores en la partida de pintura para reducir la cantidad de trabajos rehechos

### Soluciones valorizadas en edificaciones en altura

Se realizó una selección de aquellas partidas cuya información disponible permitía realizar un cálculo de variaciones de precios en presupuesto

y de los plazos de ejecución. El resumen del análisis de los beneficios de las soluciones desarrolladas en los talleres, se muestran en la tabla siguiente:



Se seleccionaron las siguientes mejoras:

		% BEN. CD SOL.	% BEN. X IMP. PROG.	% BEN. TOTAL SOL.	% INC. PART. EN PPTO	% IMP. PPTO	% IMP. PLAZO PART.	% IMP. PLAZO OBRA
Código	SOLUCIÓN	(A)	(B)	(A+B)	(C)	(A+B) X (C)	(D)	(E)
OG-1	Hormigón "Just in time"	-4,00%	6,80%	2,70%	5,10%	0,14%	22,00%	2,80%
OG-2.1	Modificación de enfierraduras de losas y muros (de A630 a AT56 en losas y a A630S en muros) combinado con fierros con cortado y doblado industrial	1,40%	20,40%	21,90%	5,70%	1,25%	19,50%	2,50%
OG-2.2	Modificación de enfierraduras preparadas en obra por enfierradura industrializada	2,10%	10,20%	12,40%	5,70%	0,71%	9,80%	1,30%
OG-2.4	Barras grado 75 (fluencia 520 Mpa)	9,40%	10,20%	19,60%	5,70%	1,13%	9,80%	1,30%
OG-3.1	Hormigón autocompactante + moldaje tradicional	5,90%	5,10%	11,00%	5,10%	0,56%	9,80%	1,30%
OG-3.2	Hormigón autocompactante + moldaje monolítico	6,50%	19,80%	26,30%	9,50%	2,49%	39,00%	5,00%
OG-4	Elementos prefabricados de hormigón (prelosa)	-17,50%	23,20%	5,60%	10,70%	0,61%	29,30%	3,80%
INST-1	Kit de tabiquería por piso	10,90%	-	10,90%	2,90%	0,31%	-	-
INST-2	Sistema de shaft prefabricados por piso	16,00%	-	16,00%	0,20%	0,03%	-	-
TT-1.1	Generar kit de materiales para cerámica por piso	1,00%	-	1,00%	2,30%	0,02%	-	-
TT-1.2	Generar kit de materiales para pintura por piso	1,00%	-	1,00%	2,10%	0,02%	-	-
TT-2.1	Especialización de cuadrilla de instalación de cerámica	4,50%	-	4,50%	2,30%	0,11%	-	-
TT-2.2	Especialización de cuadrilla de instalación de pintura	12,20%	-	12,20%	2,10%	0,25%	-	-
TT-3.1	Asistencia técnica partida cerámica por piso tipo	12,70%	-	12,70%	2,30%	0,29%	-	-
TT-3.2	Asistencia técnica partida pintura por piso tipo	9,90%	-	9,90%	2,10%	0,20%	-	-

**Soluciones optimizadas y compatibles**

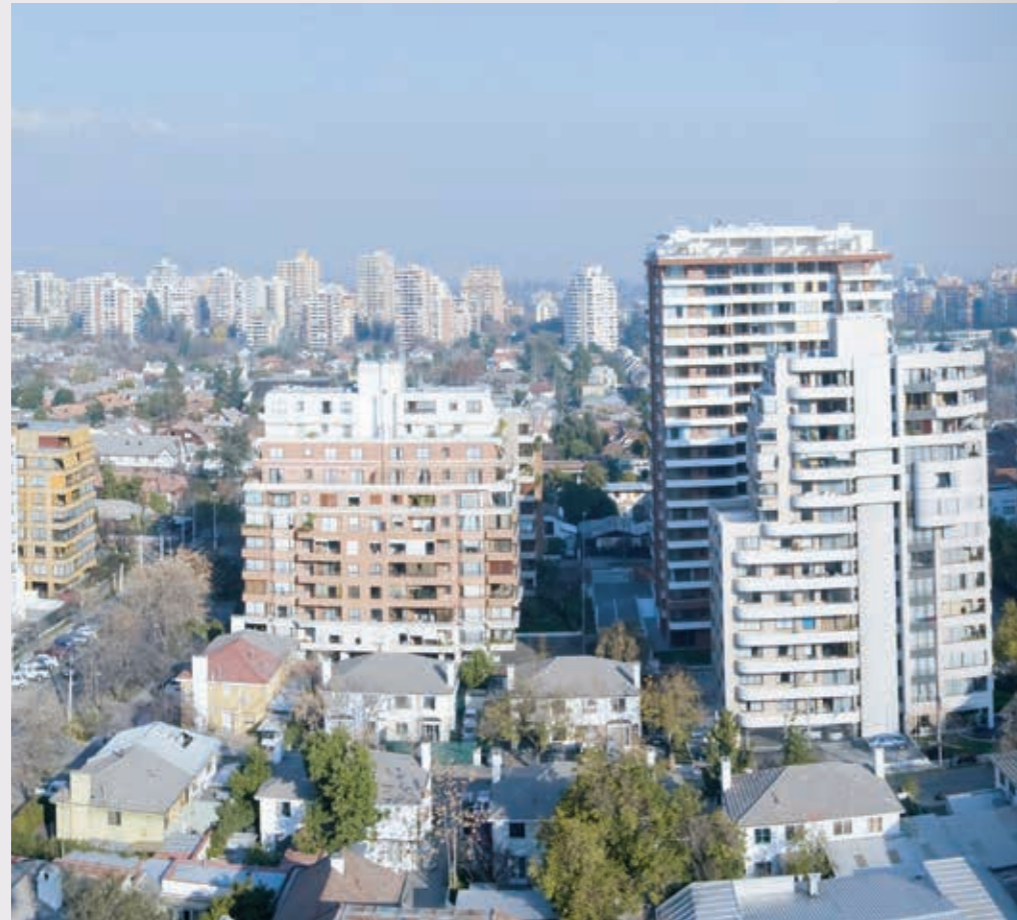
De las soluciones seleccionadas existen algunas que son excluyentes entre sí, es decir, la implementación de una solución no permite la implementación de otra. Por ejemplo, no es compatible la implementación conjunta de la solución de prelosas prefabricadas y el hormigonado in-situ de losas con hormigón autocompactante.

Considerando este factor, se confeccionó el portafolio óptimo de soluciones seleccionadas que registra el mayor beneficio combinado.



El conjunto óptimo de soluciones está compuesto por seis soluciones, que se resumen en la tabla siguiente:

Resultados vivienda en altura		BENEFICIO DE LA SOLUCIÓN EN EL COSTO DIRECTO DE LA PARTIDA	INCIDENCIA DE LA PARTIDA EN EL PRESUPUESTO DE OBRA	INCIDENCIA RESPECTO AL COSTO DIRECTO TOTAL DE LA OBRA	REDUCCIÓN DEL PLAZO (DÍAS)
Código	DESCRIPCIÓN	(A)	(B)	(A x B)	(C)
OG-2.1	Modificación de enfierraduras de losas y muros (de A630 a AT56 en losas y a A630S en muros). Combinado con fierros con cortado y doblado industrial	21,90%	5,70%	1,25%	8
OG-3.2	Uso de hormigón autocompactante junto con moldajes monolíticos	26,30%	9,50%	2,49%	16
INST-1	Generar kit de tabiquería por piso	10,90%	2,90%	0,31%	-
INST-2	Sistema de Shaft prefabricado por piso	16,00%	0,20%	0,03%	-
TT-1.1	Generar kit de materiales para cerámica por piso	1,00%	2,30%	0,02%	-
TT-1.2	Generar kit para pinturas por piso	1,00%	2,10%	0,02%	-
<b>TOTAL, INCIDENCIA DE PARTIDAS MODELADAS (EN PRESUPUESTO, REDUCCIÓN DE COSTOS Y PLAZOS)</b>			<b>22,60%</b>	<b>4,13%</b>	<b>24</b>



Las soluciones que presentaron un mayor beneficio resultaron ser las que intervenían en las partidas de la etapa de obra gruesa. Parte del beneficio de las soluciones de obra gruesa se fundamenta en la reducción de los tiempos de ejecución que afectan la ruta crítica, de este modo se disminuyen los gastos de administración.

La solución que presentó el mayor beneficio resultó ser aquella que considera la incorporación del hormigón autocompactante y moldajes monolíticos en el proceso constructivo, considerando tanto su intervención en las partidas a las que se relaciona, como su impacto a nivel de presupuesto de obra.

En el caso de la etapa de instalaciones y terminaciones, las soluciones se basan principalmente en la conformación de kits, lo que permite optimizar materiales y reducir residuos. Este tipo de soluciones son de fácil implementación.

En resumen, **se optimizaron soluciones para un 22,6% del presupuesto, obteniéndose una mejora del 4,1% del costo directo y una reducción de 24 días en el plazo del proyecto de vivienda en altura.**

## Estudio de productividad vivienda en altura



## CAPÍTULO VI CONCLUSIONES

Finalizado el proyecto se puede destacar la importancia del trabajo colaborativo centrado en la optimización de la productividad del proyecto y que fue realizado por proveedores, constructoras, inmobiliarias y distribuidores en etapas tempranas de un proyecto de construcción, con la adecuada coordinación técnica.

A través de este trabajo colaborativo, se ha logrado una mejora en todas las edificaciones que fueron modeladas y que se tradujo directamente en un impacto positivo, tanto en los costos como en los plazos del proyecto, que se pueden resumir en:

### Edificaciones en extensión

- Reducción del 5,1% del costo total del conjunto de partidas mejoradas
- Reducción de 11 días hábiles en el plazo del proyecto

### Edificaciones en altura

- Reducción del 4,1% del costo total del conjunto de partidas mejoradas
- Reducción de 24 días hábiles en el plazo del proyecto

Las partidas optimizadas fueron aquellas que, desde el punto de vista de la productividad, tenían brechas más considerables para abordar, por lo cual su incidencia en el resultado sería más relevante. Hay que considerar que en los proyectos analizados se observó un bajo nivel de industrialización y prefabricación en los procesos constructivos, surgiendo desafíos interesantes de abordar siguiendo estas líneas.

Durante la modelación se van destacando soluciones en partidas que tienen una mayor incidencia en el presupuesto, las cuales deben ser abordadas con mayor atención, ya que cualquier impacto en la mejora se traduce posiblemente en una reducción mayor del presupuesto.



Asimismo, soluciones innovadoras e industrializadas generan un alto impacto en los plazos, lo que obliga también a poner un mayor énfasis en su modelación, sin dejar de atender las partidas críticas del programa de obra.

En el futuro estas soluciones pueden ser aplicadas en nuestro país (aprovechando experiencias de países industrializados), así como en el estudio se promueve el uso de soluciones sencillas y de fácil implementación que surgieron desde la experiencia de los participantes en las mesas de trabajo.

El estudio también permitió la identificación de factores incidentes en la productividad y que son recurrentes en los proyectos de construcción de viviendas, los cuales se levantaron a través de mediciones en terreno, estudio documental y de la experiencia de los equipos de obra aplicada en las mesas de trabajo.

Este trabajo conjunto en las mesas generó un espacio en el cual se discutieron abiertamente las problemáticas de obra aplicando experiencia, conocimiento técnico y puntos de vista diferentes con un objetivo común, que era la mejora de la productividad del proyecto, lo que favoreció la generación de una amplia gama de soluciones.

Hubo soluciones propuestas que, al ser valorizadas, no se tradujeron en un beneficio final en costo, calidad, reducción de pérdidas o plazo del proyecto, lo cual no las hizo formar parte del cálculo de la solución optimizada, sin embargo, son factibles de ejecutar en otros proyectos.

Para el éxito de este tipo de estudios se debe partir de una base histórica que permita el análisis de las brechas de productividad de los proyectos terminados, por lo que es fundamental que las empresas constructoras cuenten con registros detallados de fallas de calidad, rendimientos de partidas, sobrecostos por trabajos rehechos, historial de posventa, logística de suministros, cumplimientos e incumplimientos de la planificación, entre otros aspectos, que faciliten los análisis de mejora en las partidas que realmente incidirán en un aumento de la productividad.

La colaboración de los participantes de las mesas de trabajo fue voluntaria, con el interés de demostrar la importancia de su incorporación temprana previa a la liberación del proyecto para construcción, a fin de aportar con soluciones innovadoras y optimizadas en base a su experiencia.

Finalmente, se destaca que en el caso de edificaciones en extensión la solución optimizada considera ocho soluciones cuya incidencia conjunta en el presupuesto era superior a cerca del 40%. Para el caso de edificaciones en altura se modelaron seis soluciones, que representan una incidencia superior a cerca del 22% del presupuesto, lo cual deja un interesante desafío para abordar un volumen mayor de partidas con un impacto aún más alto para el proyecto.

Es importante considerar que los resultados presentados no son directamente extrapolables, sino que van a depender de las condiciones particulares de cada proyecto analizado. Lo que sí es válido para cualquier proyecto, es que aplicando la metodología de integración temprana de proveedores en la cadena de suministros, se generarán optimizaciones que permitirán ahorros en costo, reducción de plazo, disminución de fallas de calidad, menos residuos, disminución en reclamos de posventa, y aumento de la productividad en los proyectos



## CAPÍTULO VII: PROYECTO PILOTO

## OBJETIVOS Y ALCANCE

### OBJETIVO GENERAL:

- Verificar las conclusiones de la Fase I del presente estudio, mediante la implementación y medición de las soluciones en terreno, en obras piloto en ejecución, evaluando el impacto en costos, plazos y calidad.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Obtener un análisis comparativo de la situación base de un proyecto en ejecución con la situación post implementación de las soluciones modeladas en el estudio Fase I.
- Considerar la implementación de nuevas soluciones que surjan de la integración temprana, en base a las brechas levantadas en los proyectos pilotos.
- Ratificar en base a los resultados obtenidos si se cumple o no el ahorro de un 5,3% en los costos totales del proyecto.
- Pronunciarse respecto a las condiciones que se deben dar en un proyecto de construcción para que los resultados obtenidos en el estudio sean extrapolables.

El piloto contempla el análisis de dos proyectos habitacionales en extensión, con el fin de comparar la situación de línea base versus la situación post implementación de las mejoras.

### ALCANCE

El estudio contempla el análisis de dos proyectos pilotos habitacionales en extensión, de distintas empresas constructoras, ubicados en distintas localizaciones geográficas dentro de la Región Metropolitana y que se encuentren en fase de régimen, con el fin de comparar y monitorear en ambos casos la situación de línea base versus la situación post implementación de las mejoras.

En particular, en el caso de estos pilotos, las soluciones propuestas podrían modificar algunas de las características de diseño de las viviendas para algunas partidas específicas, con el fin de estandarizar u optimizar el proyecto.





# METODOLOGÍA

La metodología para realizar esta implementación piloto recoge las dos primeras etapas secuenciales utilizadas para llevar a cabo el estudio de Fase I, reemplazando la tercera etapa teórica por la de implementación en el piloto.

## Etapa 1

Conformación de equipos y selección de proyectos para estudio

## Etapa 2

Evaluación en terreno y diagnóstico de obras

## Etapa 3

Implementación de las mejoras



### • ETAPA 1: Conformación de equipos y selección de proyectos para estudio

Desde el punto de vista metodológico, esta etapa es idéntica a la mencionada en el "Capítulo IV Metodología" del presente documento, sin embargo, esta conformación de equipos difiere de la Fase I, ya que se desarrolla de manera posterior.

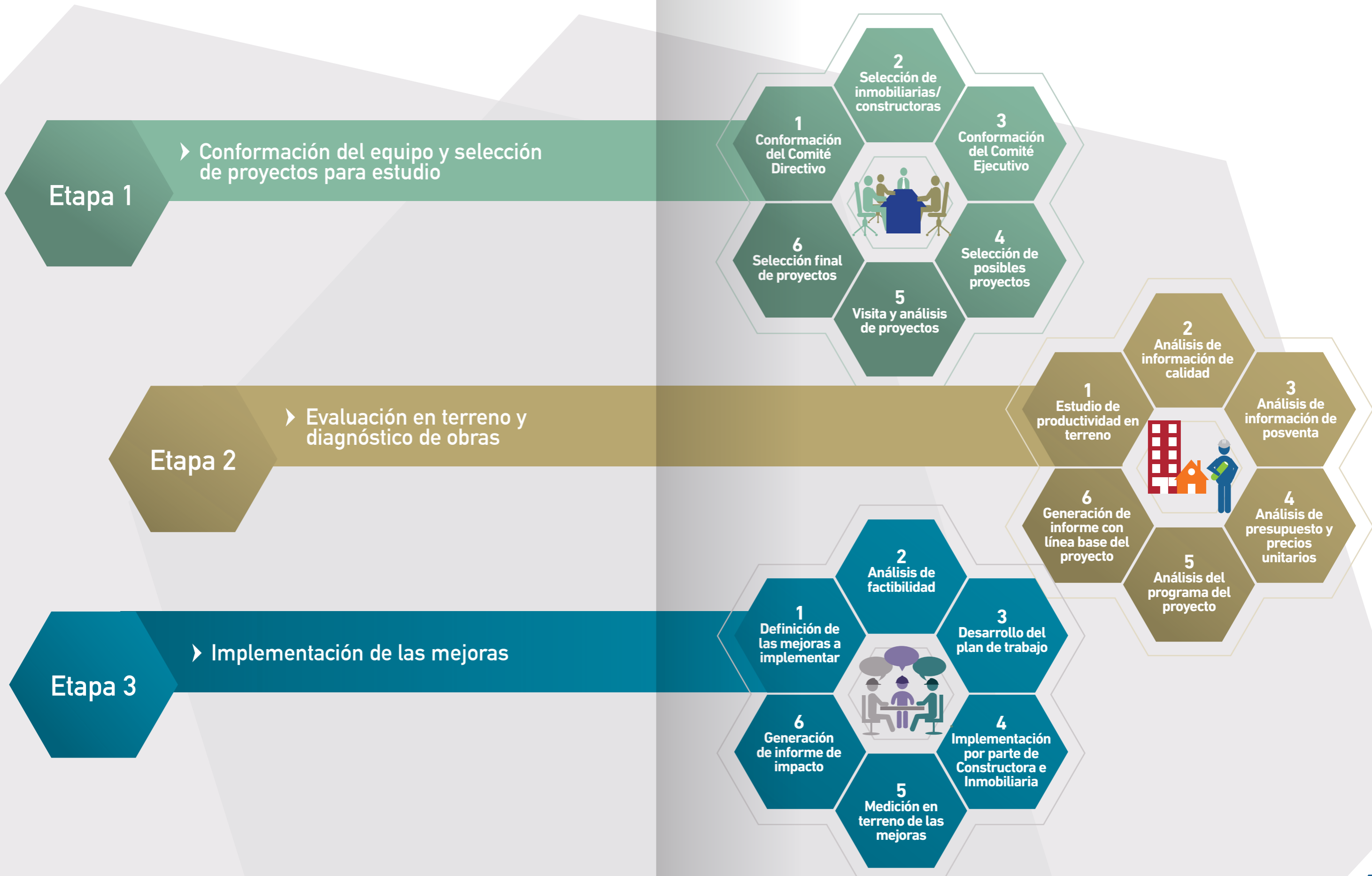
También cambian las empresas inmobiliarias y constructoras que participan del proyecto, así como los proyectos de estudio.

### • ETAPA 2: Evaluación en terreno y diagnóstico de obras

Desde el punto de vista metodológico, esta etapa es idéntica a la mencionada en el "Capítulo IV Metodología" del presente documento, sin embargo, esta evaluación en terreno se realiza sobre proyectos diferentes.

### • ETAPA 3: Implementación de las mejoras

Esta etapa contempla la definición de las mejoras posibles de implementar en los proyectos pilotos, así como la implementación propiamente tal, y la medición de los impactos en la productividad de los proyectos gracias a dichas mejoras. Finaliza con el informe denominado "Impacto de las Mejoras", el cual se elabora en base a todos los resultados obtenidos de las mediciones en terreno, con el fin de cumplir con los objetivos establecidos para el estudio Fase II.



## Etapa 3

### Implementación de las mejoras

Esta etapa es la más relevante de este estudio, ya que en ella se definieron las mejoras posibles de implementar derivadas de los resultados de la Fase I y de los estudios realizados en la Fase II, para luego analizar la factibilidad de implementación de cada una de ellas en el proyecto piloto.

Esto se desarrolló gracias al trabajo colaborativo entre la empresa inmobiliaria, la constructora, los proveedores de soluciones constructivas y la empresa encargada de realizar el estudio, quienes conformaron mesas de trabajo específicas para abordar cada problemática y construir el plan de trabajo para la implementación de las mejoras.

Posteriormente, se considera la implementación de las soluciones que resultaron factibles, que se pudieran realizar dentro del alcance del proyecto, y luego la medición de impacto en terreno de esta implementación en el proyecto piloto.

Esta etapa finaliza con la elaboración del informe "Impacto de las Mejoras", el cual incluye la consolidación de todos los resultados obtenidos, la comparación con los resultados del informe de línea de base, e indica las conclusiones respecto a los objetivos planteados para el estudio de Fase II.

Esto se desarrolló gracias al trabajo colaborativo entre la empresa inmobiliaria, la constructora, los proveedores de soluciones constructivas y la empresa encargada de realizar el estudio



## Etapa 3

### Implementación de las mejoras

#### E 3.1 Definición de las mejoras a implementar

En base a las brechas levantadas en la etapa anterior, resultantes del estudio de línea base del proyecto, se definen una serie de mejoras que se podrían implementar en el proyecto piloto, con el fin de reducir costos, plazos o mejorar la calidad de los procesos. Para ello se realiza una evaluación del potencial de mejora teórico, para luego medir en terreno cuál es el impacto real.

A estas mejoras definidas se le agregan las ocho soluciones derivadas de la Fase I del presente estudio para conformar el listado total de soluciones a considerar en el "Capítulo V Resultados".

#### E 3.2 Análisis de factibilidad

Para cada una de las mejoras potenciales de ser implementadas se realiza el análisis de factibilidad, con el fin de determinar si cumplen con todos los requisitos para ser aplicadas en los proyectos pilotos. Este análisis considera, entre otros temas, evaluar si están las condiciones en el proyecto en el cual se implementarán las mejoras, determinar si las soluciones aplican a elementos aún no comprados o que permiten cambios, y evaluar si los plazos contemplados permiten realizar los cambios dentro del alcance del proyecto. Este análisis se efectúa tanto a las propuestas de mejoras derivadas de la Fase I del estudio, como a las mejoras que surgieron de los estudios realizados en la Fase II.

Como resultado de este análisis de factibilidad se consigue tener las mejoras factibles de implementar dentro del alcance del proyecto.

#### E 3.3 Desarrollo del plan de trabajo

Una vez definidas las mejoras que cumplen con los requisitos para ser implementadas en los proyectos pilotos, se desarrolla el plan de trabajo en conjunto con los representantes de las empresas constructoras e inmobiliarias, con los proveedores de las soluciones escogidas y con el apoyo de la empresa que coordina el estudio. En esta etapa se define la secuencia de trabajo, los recursos involucrados, los plazos y los criterios que se utilizarían para llevar a cabo la implementación y su posterior medición de impacto.

Se establece como responsabilidad de la empresa constructora junto con la inmobiliaria, la de gestionar adecuadamente los recursos necesarios para abordar las soluciones a implementar.

#### E 3.4 Implementación por parte de la constructora e inmobiliaria

Esta etapa consiste en implementar las mejoras definidas en los proyectos pilotos, lo cual es responsabilidad de las empresas constructoras e inmobiliarias, con el apoyo de la empresa coordinadora del estudio. Esta implementación se espera que pueda realizarse dentro del alcance del proyecto, ya que algunas soluciones con cambios en el diseño podrían requerir un tiempo superior a la duración de esta implementación piloto.

#### E 3.5 Medición en terreno de las mejoras

Terminado el periodo de implementación de las mejoras por parte de las empresas constructoras e inmobiliarias, se realiza una medición en terreno para cuantificar el impacto en la productividad de las partidas que fueron objeto de estudio en los proyectos pilotos. En el caso de soluciones que afectan el diseño, dado el tiempo requerido para desarrollar los cambios de proyecto, y la posibilidad cierta de aplicar en una fase posterior del proyecto, es probable que no se alcance a realizar la medición de impacto durante el periodo de estudio.

Se monitorea in situ la ejecución de las partidas, identificando los ritmos de ejecución, los avances semanales, los rendimientos de las cuadrillas y las

principales problemáticas que pudieran afectar el normal desarrollo de la actividad, entre otros análisis.

#### E 3.6 Generación de informe de impacto

Posterior al procesamiento y análisis de todos los datos obtenidos en las mediciones en terreno, se generó el informe de "Impacto de las Mejoras", con el fin de exponer los resultados obtenidos y realizar la comparación con los resultados obtenidos en el informe de Línea Base.



## RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados específicos del estudio de medición de "Impacto de las Mejoras", que fueron implementados en el proyecto piloto de Fase II de vivienda en extensión. Es importante que, cada vez que se aplique esta metodología de integración temprana de proyectos, habrá resultados distintos, dependiendo de las características de las obras analizadas y las problemáticas levantadas, lo que genera en cada caso un grupo de propuestas de mejora particulares y específicas para el caso en estudio.

Previo a la implementación de las mejoras, se realizó el estudio de Línea Base en dos proyectos de distintas empresas constructoras e inmobiliarias, a partir de lo cual se pudo determinar las brechas específicas de procesos y que eran sujetas de mejora

### 7.1 DEFINICIÓN DE LAS MEJORAS A IMPLEMENTAR

En primer lugar, se consideraron las ocho soluciones definidas del estudio Fase I "Capítulo V Resultados", a través de las cuales se abordaron principalmente procesos constructivos, y se calculó el impacto teórico que tendrían en el proyecto, luego de ser aplicadas



N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
1	Albañilería	Pérdida de materiales y trabajos rehechos por mala ejecución. Proveedor entrega cantidad de ladrillos, no soluciones constructivas.	Realizar modulación de ladrillos y ajuste de dimensiones para reducir los cortes.
2	Enfierradura	Errores en ejecución de enfierraduras.	Reemplazar armado de enfierradura por elementos electrosoldados, predimensionados y cortados.
3	Enfierradura radier	Errores en ejecución de enfierraduras.	Reemplazar fundaciones y radier (enfierradura tradicional) por losa de fundación de hormigón con fibra de acero (sujeto a cambio normativo).
4	Puertas	Pérdidas de materiales, tiempo y daño en material por armar las puertas en el proyecto.	Ejecutar puertas precolgadas.
5	Puertas	Medidas de vanos no es estándar ni queda ejecutado de acuerdo a planos, obligando a colocar puertas con diferencias de medidas para suplir este error.	Estandarizar las medidas de puertas.
6	Ventanas	Vanos no cumplen medidas y se tiene que rectificar.	Estandarizar las medidas de ventanas.
7	Tabiquerías	Problemas de ritmo en tabiquería.	Utilizar elementos prefabricados en shafts, vigones, cenefas, etc.
8	Pinturas	Las pinturas no logran la cobertura esperada para el proyecto.	Utilizar pintura de una mano.

Una vez completado el estudio de Línea Base de los proyectos, se determinaron los procesos que podrían ser mejorados desde el punto de vista de la productividad, ya sea porque presentan brechas en su ejecución, problemáticas asociadas a calidad o posventa, o ineficiencia de procesos, entre otros ejes analizados.

Luego de realizado el proceso de integración temprana con representantes de la empresa constructora, inmobiliaria y proveedores, apoyado por la empresa que realiza el estudio, se propusieron ocho soluciones que podrían desarrollarse para la mejora del proceso.



De esta manera se completó una lista con 16 soluciones que tienen el potencial de ser implementadas en el presente estudio,

ocho derivadas de las desarrolladas en la Fase I, y otras ocho resultantes de los estudios de la Fase II.

## SOLUCIONES PROPUESTAS DEL ESTUDIO FASE II

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	PROPUESTA DE MEJORA
9	Cerchas	Problemas de ritmo en la ejecución de las cerchas, y exceso de pérdidas de material.	Prefabricar las cerchas de techumbre completas.
10	Estructura de 2° piso	Problemas de ritmo en la ejecución de la partida, y exceso de pérdidas de materiales.	Prefabricar estructuras de 2° piso.
11	Hormigón de losa	La nivelación del hormigón de la losa no era adecuado para el montaje de las cerchas, quedaban desniveladas y requería desbaste y ajustes en el montaje.	Utilizar hormigón de losa de tipo autocompactante, en vez de hormigón tradicional.
12	Bow windows	Ejecutar el bow window en segunda fase, no integrado con el hormigón del 1er piso de las casas resultaba ineficiente.	Diseñar un set de moldajes que incluyan los bow windows, respetando los diseños específicos de las casas.
13	Tabiques	Problemas de ritmo en la ejecución de la partida, y de coordinación con las especialidades durante la ejecución.	Prefabricar tabiques con instalaciones incorporadas.
14	Materiales de terminaciones	Ineficiencia en la entrega de materiales a granel, así como mayores pérdidas por no entregar asociado a unidades productivas.	Armar kits de materiales por vivienda y por etapa constructiva.
15	Muebles	Existen muchos tipos de muebles para una misma casa, y también distintos entre modelos de casa. Presentan problemas de ritmo, al montarse por piezas.	Estandarizar medidas de los muebles entre recintos y también entre distintos modelos de casas. Prefabricar unidades.
16	Grifería	La grifería falló masivamente durante la posventa, dado que se compró con proveedor en el extranjero y no se realizaron pruebas de calidad previas.	Realizar un proceso de validación de la calidad de la grifería, antes de realizar las importaciones.

## 7.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Se realizó el análisis de factibilidad de aquellas soluciones que eran compatibles de aplicar en las unidades de viviendas del proyecto piloto del estudio Fase II.

Esta etapa del proyecto sufrió un retraso debido al estallido social de octubre de 2019, cambiando las prioridades y ajustando los plazos para la implementación.

Respecto de las ocho soluciones definidas en el estudio Fase I, se determinó que cuatro de ellas no podían ser implementadas en los proyectos del estudio Fase II, debido a que no eran aplicables por la tipología de las viviendas, o por otros temas que se detallan en la tabla a continuación.



N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	FACTIBILIDAD	
1	Albañilería	Realizar modulación de ladrillos y ajuste de dimensiones para reducir los cortes.	✗	Solución no aplica por la tipología del proyecto piloto.
2	Enfierradura	Reemplazar armado de enfierradura por elementos electrosoldados, predimensionados y cortados	✓	Solución factible de implementar en proyecto piloto.
3	Enfierradura radier	Reemplazar fundaciones y radier (enfierradura tradicional) por losa de fundación de hormigón con fibra de acero (sujeto a cambio normativo).	✗	Solución no se encuentra normada
4	Puertas	Ejecutar puertas precolgadas.	✗	Solución ya implementada
5	Puertas	Estandarizar de medidas de puertas.	✓	Solución factible de implementar en proyecto piloto
6	Ventanas	Estandarizar medidas de ventanas.	✓	Solución factible de implementar en proyecto piloto
7	Tabiquerías	Utilizar elementos prefabricados en shafts, vigones, cenefas, etc.	✗	Solución no aplica por la tipología del proyecto piloto
8	Pinturas	Utilizar pintura de una mano.	✓	Solución factible de implementar en proyecto piloto

Con relación a las ocho soluciones levantadas desde los pilotos de Fase II, solamente se descarta una por tema de costos.

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	FACTIBILIDAD
9	Cerchas	Prefabricar las cerchas de techumbre completas.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
10	Estructura de 2° piso	Prefabricar estructuras de 2° piso.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
11	Hormigón de losa	Utilizar hormigón de losa de tipo autocompactante, en vez de hormigón tradicional.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
12	Bow windows	Diseñar un set de moldajes que incluyan los bow windows, respetando los diseños de casas específicas.	✗ Solución descartada por costo
13	Tabiques	Prefabricar tabiques con instalaciones incorporadas.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
14	Materiales de terminaciones	Armar kits de materiales por vivienda y por etapa constructiva.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
15	Muebles	Estandarizar medidas de los muebles entre recintos y también entre distintos modelos de casas. Prefabricar unidades.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto
16	Grifería	Realizar un proceso de validación de la calidad de la grifería, antes de realizar las importaciones.	✓ Solución factible de implementar en proyecto piloto

En definitiva, de las 16 soluciones propuestas se determina que 11 son factibles de aplicar en estos pilotos.

### 7.3 DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Definidas las soluciones que podían ser implementadas en el proyecto piloto, se realizaron reuniones de trabajo en conjunto con la constructora y la inmobiliaria, integrando a las especialidades y proveedores involucrados en las soluciones, con el fin de que estas puedan ser implementadas a cabalidad, e idealmente dentro de los plazos del estudio. Asimismo, se establece que es responsabilidad de la empresa inmobiliaria y la constructora gestionar completamente los requisitos necesarios para abordar las soluciones propuestas.

En esta etapa, el proyecto se vio afectado por la pandemia Covid-19, la que detuvo las obras a partir de marzo de 2020, y sólo se retomaron parcialmente en función de los permisos que entregó la autoridad sanitaria.

Esto obligó a replantear la posibilidad de medir el impacto de las mejoras que ya se habían definido como "factibles" dentro de los plazos previstos para este proyecto porque, por una parte, se comenzó a retrasar la ejecución de la obra piloto en que se implementarían las mejoras de procesos constructivos, y por la otra, se pospuso la fecha de inicio de las futuras etapas del proyecto, las que se optimizarían a nivel de diseño.





## 7.4 IMPLEMENTACIÓN POR PARTE DE CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA

Continuando con el desarrollo del proyecto, más allá de la pandemia por Covid-19, se mantuvo la implementación de las 11 soluciones previstas, realizando

el apoyo a la obra y a los equipos de la inmobiliaria de manera remota, y se determina que solamente se podrán medir tres de ellas en los plazos previstos. En el cuadro siguiente se detalla el estado de implementación de las soluciones definidas:

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN
2	Enfierradura	Reemplazar armado de enfierradura por elementos electrosoldados, predimensionados y cortados.	En proceso de implementación en terreno para futuras fases de la obra, porque la enfierradura de esta etapa ya estaba comprada. No se alcanza a medir dentro del plazo del proyecto.
5	Puertas	Estandarizar las medidas de puertas.	En proceso de estandarización para implementación en futuros proyectos. No fue posible realizar cambios en la etapa actual (en construcción) ya que parte de las viviendas estaban vendidas.
6	Ventanas	Estandarizar las medidas de ventanas.	En proceso de estandarización para implementación en futuros proyectos. No fue posible realizar cambios en la etapa actual (en construcción) ya que parte de las viviendas estaban vendidas.
8	Pinturas	Utilizar pintura de una mano.	En proceso de implementación en terreno, sin embargo, no se alcanza a medir en plazo del proyecto, ya que las viviendas aún no están en etapa de terminaciones finales.

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD	ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN
9	Cerchas	Prefabricar las cerchas de techumbre completas.	Solución implementada en terreno y se pudo medir su impacto en el plazo del proyecto.
10	Estructura de 2° piso	Prefabricar estructuras de 2° piso.	Solución implementada en terreno y se pudo medir su impacto en el plazo del proyecto.
11	Hormigón de losa	Utilizar hormigón de losa de tipo autocompactante, en vez de hormigón tradicional.	Solución implementada en terreno y se pudo medir su impacto en el plazo del proyecto.
13	Tabiques	Prefabricar tabiques con instalaciones incorporadas.	En proceso de estudio con el proveedor para implementar en futuros proyectos, por lo que no se pudo medir dentro del plazo del proyecto.
14	Materiales de terminaciones	Armar kits de materiales por vivienda y por etapa constructiva.	En proceso de implementación en terreno para fase de terminaciones, sin embargo, no se alcanza a medir en plazo del proyecto.
15	Muebles	Estandarizar medidas de los muebles entre recintos y también entre distintos modelos de casas. Prefabricar unidades.	En proceso de estandarización para implementación en futuros proyectos. No fue posible realizar cambios en la etapa actual (en construcción) ya que parte de las viviendas estaban vendidas.
16	Grifería	Realizar un proceso de validación de la calidad de la grifería antes de realizar las importaciones.	En proceso de implementación, sin embargo, no se alcanza a medir los efectos en postventa por los plazos del proyecto.

Considerando que no sería suficiente el plazo del proyecto para monitorear todas las mejoras de procesos, surgió de la mesa de integración temprana una nueva actividad posible de realizar y que estaba alineada con los objetivos del proyecto. Esta actividad consistió en documentar las buenas prácticas de integración temprana de un proyecto de viviendas, que llevaba más de 20 años de desarrollo y que había

materializado una parte importante de las soluciones generadas en este estudio. De esa manera, se podría poner a disposición del mercado una serie de fichas técnicas de integración temprana, eventualmente con su respectiva cápsula de video, dependiendo de la posibilidad de grabar en la obra.

## 7.5 MEDICIÓN EN TERRENO DE LAS MEJORAS

Según lo detallado en el capítulo anterior, las tres soluciones que se alcanzaron a

implementar dentro de los plazos del estudio Fase II, fueron las siguientes:

N°	PARTIDA	OPORTUNIDAD
9	Cerchas	Prefabricar las cerchas de techumbre completas.
10	Estructura de 2° piso	Prefabricar estructuras de 2° piso.
11	Hormigón de losa	Utilizar hormigón de losa de tipo autocompactante, en vez de hormigón tradicional.

Conforme seguía extendiéndose la pandemia durante el año 2020, sumado a los cambios en la secuencia constructiva de las etapas del proyecto piloto, se tuvo que postergar por muchos meses la medición en terreno de las mejoras. Debido a esto, las soluciones se tuvieron que implementar en un proyecto distinto al previsto inicialmente, el cual mantenía las características generales del proyecto original, pero no era comparable a las condiciones de línea de base por las siguientes razones:

- El proyecto en el cual se midió la línea de base estaba en régimen. En cambio, el proyecto en el que se realizaron las mediciones de impacto, las partidas objeto de estudio se habían reiniciado recientemente, por lo que no estaban en ritmo.
- Una parte de los equipos de obra fueron suspendidos laboralmente, y al retomar al proyecto no estaban afiatados como antes de la suspensión, de hecho, hubo

cambios también a nivel de jefaturas, adecuándose para las nuevas condiciones de pandemia.

- El proyecto en el que se midió el impacto estaba afectado por las restricciones propias de la pandemia para los trabajadores, esto es, distanciamiento social y también cuadrillas incompletas porque sus trabajadores estaban en cuarentena (inicialmente no se autorizaba que participaran de la obra).
- Respecto del abastecimiento de materiales, también fue afectado por efecto de la pandemia, sea por quiebre de stock de los proveedores o por incumplimiento de las fechas de despachos, ya que a su vez los proveedores también estaban con restricciones.

Pese a todas estas restricciones, las mediciones de impacto se realizaron en terreno a finales del año 2020, manteniendo los criterios de estudio de la línea de base.

## 7.6 GENERACIÓN DE INFORME DE IMPACTO

Se analizaron los resultados obtenidos de la medición en terreno de la implementación de mejoras realizadas en el proyecto piloto, y se contrastaron con los resultados de la línea base, con el fin de calcular el real impacto de las soluciones. Sin embargo, dado que las condiciones de borde respecto de la línea de base no se mantuvieron (tal como se detalla en el capítulo anterior), no fue

posible realizar un estudio comparado. Sí se puede mencionar que los rendimientos de las partidas prefabricadas, pese a las restricciones por el Covid-19, no fueron significativamente inferiores a los de las partidas desarrolladas en el piloto de manera tradicional.



## 7.7 DOCUMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE INTEGRACIÓN TEMPRANA.

Esta nueva etapa que se incorporó al estudio consistió en documentar las buenas prácticas de integración temprana en un proyecto de viviendas, que llevaba más de 20 años de desarrollo y que había materializado una parte importante de las soluciones generadas en este estudio. Esta tarea se desarrolló tanto en oficina como en terreno, registrando la ejecución de los procesos constructivos, levantando toda la documentación disponible.

Se elaboró un set de fichas de soluciones constructivas para nueve partidas que tienen un alto impacto en la productividad del proyecto, y que recogen parte importante de las mejoras cuyo impacto no se logró medir durante el desarrollo del proyecto. También se incorporó una ficha sobre el proceso de logística interna de obra.

A continuación, se mencionan las fichas constructivas desarrolladas, y se destaca el caso en que se ha conseguido grabar un video representativo:

- Fabricación de soportes para tensores de albañilería e instalación en obra.
- Prefabricación de la escala de hormigón e instalación en obra (incluye cápsula de video).
- Prefabricación de enfierradura de sobrecimientos y cadenas e instalación en obra.
- Prefabricación de moldajes de sobrecimientos y cadenas e instalación en obra.
- Estandarización de la albañilería y ejecución en obra (incluye cápsula de video).
- Prefabricación de estructura 2° piso, tabique medianero y cerchas e instalación en obra (incluye cápsula de video).
- Estandarización de ventanas e instalación en obra (incluye cápsula de video).
- Estandarización de puertas precolgadas e instalación en obra.
- Estandarización de módulos de muebles de cocina e instalación en obra.
- Logística interna de obra (incluye cápsula de video).

Estas fichas representan un caso particular de buenas prácticas de integración temprana, para un proyecto de edificación en extensión. No obstante lo anterior, están desarrolladas de manera que permitan reflejar la forma en que se optimizan los procesos, para aumentar la productividad de las obras.



## 7.8 MEJORA DE PROCESOS DE GESTIÓN



Esta nueva etapa que se incorporó al estudio consistió en realizar un acompañamiento a los equipos de obra en los ámbitos de planificación y gestión de bodega, de forma de optimizar procesos de gestión que estaban afectando la productividad.

En el caso de la **planificación**, se desarrolló implementando las Buenas Prácticas de Gestión de la Planificación (documento CChC 2018), a través de lo cual se realizaron mejoras en los siguientes aspectos:

- Se definió una estructura para las reuniones de planificación, estableciendo la duración de cada una de las etapas con el fin de optimizar el uso de los tiempos disponibles. Se iniciaba por los análisis de la planificación intermedia, luego se revisaba el plan semanal, para finalizar con la visualización de los indicadores generales del proyecto.
- Se estableció un diagrama de procesos para la reunión de planificación, que fue implementado en la obra.
- Se ajustaron las responsabilidades de cada integrante del equipo respecto a la planificación y el control de obra.

- Se profundizó en la planificación a mediano plazo, identificando y gestionando las restricciones de las actividades, para lo cual se desarrolló una planilla que permitía administrar los indicadores de gestión.

En el caso de la **gestión de bodega**, se detectó que no existía una evaluación de diagnóstico respecto del tema, por lo que, en base a la experiencia del equipo del proyecto, sumado al apoyo de iConstruye, se diseñó un instrumento de diagnóstico auto-aplicable para determinar el estado de la gestión de bodega en proyectos de construcción. El instrumento de diagnóstico contempla los siguientes *drivers* de mejoramiento:

- Driver 01 - Estructura Organizacional
- Driver 02 - Infraestructura
- Driver 03 - Adquisiciones
- Driver 04 - Abastecimiento
- Driver 05 - Control de Materiales
- Driver 06 - Control e Indicadores

Este instrumento diagnóstico fue aplicado al proyecto para identificar los aspectos más débiles de la gestión de bodega y se establecieron las líneas de trabajo para la mejora, que desarrollará el personal líder de la obra.

## 7.9 CONCLUSIONES

La experiencia obtenida a partir de la implementación en un proyecto piloto, de las soluciones que surgen de la integración temprana de toda la cadena de valor que participa en el proceso de diseño y construcción de un proyecto, permite validar la metodología desarrollada en el presente documento.

Este estudio representa el trabajo colaborativo entre la empresa inmobiliaria, la constructora, los proveedores de soluciones constructivas y de logística de obra, quienes, junto con los subcontratistas y la adecuada coordinación técnica, consiguen desarrollar una importante cantidad de soluciones factibles de implementar en el mediano y largo plazo, para aumentar la productividad, reducir costos y optimizar los plazos de ejecución de un proyecto.

Las soluciones recogidas en este documento son particulares para los casos de estudio, sin embargo, durante el desarrollo del proyecto se pudo constatar ciertos parámetros para establecer determinados tipos de soluciones, como aquellas que requieren ser incorporadas desde el diseño (estandarización de partidas), otras que pueden considerarse en la etapa constructiva (prefabricación de elementos o partidas dentro de la obra, preparación de kits de materiales) y otras muy singulares, que se ajustan específicamente a la tipología del proyecto analizado.

Para implementar de manera exitosa las soluciones que involucren modificaciones en los diseños de los proyectos, se requiere del compromiso de toda la cadena de valor: mediante un modelo de trabajo colaborativo, desde el inicio, hasta la materialización del proyecto. Como en todos los procesos que conllevan un cambio cultural, es fundamental que sean liderados por la alta gerencia y los directivos de las distintas empresas que participan en cada etapa del proyecto, con una mirada transversal de los procesos y con foco en la mejora continua. Sin esta disposición y el convencimiento a nivel corporativo, es muy difícil conseguir alinear los intereses de las distintas empresas en pos de un objetivo común, como es el de la mejora de la productividad del proyecto.

Por otra parte, en el proceso de búsqueda de nuevas soluciones que optimicen esta productividad, es necesario realizar un análisis integral del impacto de las mejoras definidas, considerando no solo el costo directo de la partida, sino también el efecto en los plazos y en los costos indirectos como son la seguridad, la calidad (desde el trabajo rehecho en obra hasta la posventa) y el medio ambiente, entre otras variables.

Esto exige que los análisis se desarrollen tempranamente, en la etapa de diseño, ya que algunas soluciones podrían modificar aspectos del proyecto de cara al cliente, lo cual no es factible de implementar en la etapa de construcción porque, en muchas ocasiones, se encuentran comprometidas unidades por venta “en verde”.

Este proceso de mejora continua, parte con la aplicación de algunas soluciones que puedan definirse como de mayor incidencia en la optimización del proyecto, para luego continuar desarrollando otras propuestas, en un proceso virtuoso permanente, tal como se pudo documentar en el set de fichas de soluciones constructivas levantadas desde la experiencia práctica en una obra con más de 20 años de perfeccionamiento del proyecto. Esto requiere que todas las empresas que participan del proceso de optimización tengan el conocimiento necesario para ofrecer soluciones alternativas que mejoren la productividad de manera integral, y sean permanentemente desafiadas en la búsqueda de alternativas innovadoras. Asimismo, adecuar los contratos y sistemas de licitación para que permitan estas alternativas y fomenten la evaluación de soluciones innovadoras por parte de las empresas de proyectistas, proveedoras y constructoras. En el caso de que sea factible, generar contratos colaborativos entre empresas inmobiliarias y constructoras, en los que se compartan los beneficios de esta optimización del proyecto, así como los riesgos que pudieran presentarse.

En esta experiencia piloto se pudo evidenciar el dinamismo propio de los proyectos de construcción, que sufren continuos cambios en sus procesos, así como de organización, lo que, sumado a los efectos de la pandemia, requirió adecuar continuamente las soluciones factibles de implementar, mostrando la flexibilidad de esta metodología de integración temprana que permitió adaptarse para absorber todos estos cambios. En este sentido, resulta sumamente relevante, recopilar la experiencia que surge de los estudios pilotos, para que este conocimiento adquirido forme parte de la empresa desde una mirada corporativa, y se transforme en un aprendizaje global.

Tanto los resultados como los documentos que surgen del presente estudio quedan a disposición de la industria a modo de recomendaciones y buenas prácticas, que pueden ser implementadas en los proyectos, siendo un aporte en pos de mejorar la productividad del rubro de la edificación.

**Cámara Chilena de la Construcción**  
Av. Apoquindo 6750, Las Condes, Santiago - Chile  
[www.cchc.cl](http://www.cchc.cl)

**ccbc**

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

