



## Informe Final

Estudio "Acompañamiento Proyecto Construcción Industrializada",  
Per "Productividad Y Construcción Sustentable" CÓDIGO 14 PEDN 35718-3



Santiago, 05/10/2018



## 1. Contexto

2. Plan de Trabajo

3. Selección de obras

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

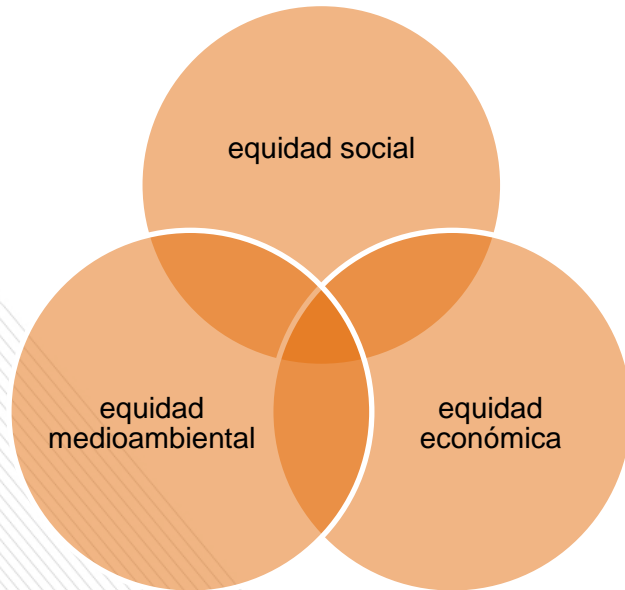
5. Indicadores

6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

7. Conclusiones



Existe amplio acuerdo respecto de la necesidad de transformar al sector de la construcción desde la perspectiva de la sustentabilidad y productividad.



**Visión:** “Una Industria de la Construcción Sustentable y competitiva a nivel global, líder en la región comprometida con el desarrollo del país a través de la incorporación de innovación. Nuevas tecnologías y fortalecimiento del capital humano, teniendo como foco el bienestar de los usuarios y el impacto a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones”.

El presente estudio se denomina **“Consultoría estudio “Acompañamiento proyecto construcción industrializada, evidencias e indicadores de productividad y sustentabilidad en casos de estudio de construcción industrializada”**, y se desarrolla en el marco de la formulación de un portafolio de proyectos del "Plan Industrialización y Construcción Limpia", "Programa Estratégico Nacional Productividad y Construcción Sustentable", impulsado por CORFO.

Se ha establecido en las bases técnicas que, para desarrollar el presente estudio, el foco debe ser puesto en el análisis de una o más obras donde intervengan elementos de construcción industrializada, principalmente prefabricados, y su comparación con obras de tipo tradicional, a partir del estudio de sus secuencias constructivas, tanto en fábrica como en los sitios de obra, analizando así la eficiencia de recursos, análisis de flujos de trabajo y cuadrillas, cuantificación de tiempos, e impactos, a través del levantamiento de indicadores de productividad considerando plazos y costos, estableciendo métodos de homologación para realizar la comparación, identificando pérdidas (recursos humanos, materiales, equipos, etc.) en el proceso, entre otros.

Con lo anterior se busca concluir y así poder difundir las ganancias, dificultades, aprendizajes, requerimientos de coordinación, encadenamientos productivos asociados, requerimientos de capital humano especializado, necesidades de adaptación u otros, reflejados durante el seguimiento a cada obra de construcción industrializada sujeto del estudio.

Para el desarrollo de la presente consultoría, se definieron 8 actividades a desarrollar. Estas son:

- **Actividad 1:** Plan de trabajo, propuesta de indicadores bases y metodología preliminar para comparar los beneficios de la construcción industrializada con respecto a obras de construcción tradicional. Definir los casos de obras de construcción industrializada para el seguimiento y análisis, según los requerimientos señalados en los TDR.
- **Actividad 2:** Seleccionar y definir los procesos constructivos para una obra tradicional y una obra industrializada. Análisis del proceso constructivo, identificando los recursos humanos, equipos y maquinarias, suministros y recursos económicos, utilizados en las secuencias constructivas. Establecer metodologías para el análisis y comparación de indicadores, según los requerimientos señalados en los TDR y en la Propuesta del Consultor.
- **Actividad 3:** Análisis de las obras y propuestas de mejora en cuanto a optimización de costos y plazos. Documento con recomendaciones para la optimización de proceso constructivo, montaje, acopio y distribución de materiales y recursos, a partir del monitoreo y análisis y diagnóstico del proyecto, considerando causas de planificación, supervisión, operación y abastecimiento, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor.
- **Actividad 4:** Ajustar propuesta de indicadores, metodología para establecer comparaciones, mediciones, recomendaciones, etc., Evaluar y analizar la implementación de las mejoras y a partir de los monitoreos. Incorporar check list de los cumplimientos de las recomendaciones, y todas las actividades realizadas hasta esta etapa, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor.

- **Actividad 5:** Registro de avance de las dos obras de construcción industrializada a través de tomas de video u otras herramientas digitales, y registro de indicadores cumplan sus funciones en forma óptima. Lo anterior, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor .
- **Actividad 6:** Análisis comparativo de las obras en relación a la metodología y homologación propuesta. Así como también de los procesamiento y edición de contenidos. Avances de análisis y proyección de indicadores, además de la propuesta gráfica de la comparación de indicadores y evidencias. Lo anterior, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor .
- **Actividad 7:** Informe Documentado Generalizado, el cual debe contener toda la Información requerida en los TDR, así como también, la indicada en el Plan de Trabajo y en la Metodologías. Junto con la documentación anexa necesaria y complementaria al Informe. Por otra parte, un Informe Ejecutivo, para ser difundido y publicado en diferentes medios. Todo lo anterior, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor .
- **Actividad 8:** Registros visuales de las Obras de construcción, fabricación, transporte, montaje, y manipulación, cuyo producto debe ser la reproducción vídeo original y edición de 2 mim. Lo anterior, según los requerimientos señalados en los TDR y en la propuesta del consultor .

## OBJETIVO GENERAL

Analizar y levantar indicadores de productividad que den cuenta de las ventajas en cuanto a plazos, costos, calidad y otros de productividad, que tengan incidencia en sustentabilidad, en comparación con una obra tradicional.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

- Diseñar plan de trabajo y propuesta base para el desarrollo de la consultoría.
- Diseñar una metodología que permita analizar y comparar indicadores de obra de construcción tradicional con otra de construcción industrializada (plazos, costos, calidad, productividad, sustentabilidad).
- Realizar recomendaciones, que contribuyan a mejorar el desempeño del proyecto y los resultados de indicadores de productividad, plazos, costos, calidad.
- Efectuar el acompañamiento de la obra industrializada, monitoreo y medición de indicadores, a través de la implementación de tecnologías de información, herramientas digitales para la captura y registro de datos confiables, complementados con datos obtenidos en obra.
- Realizar un análisis comparativo de indicadores en cuanto a plazos, costos, calidad, y otros de productividad, que tengan incidencias en sustentabilidad.
- Realizar un vídeo para promover los beneficios de la construcción industrializada, utilizando secuencias de cámara rápida (Time-lapse).

**Informe 1:** Plan de Trabajo y metodología, (ajustados según el plan de Trabajo y metodología, entregados en la propuesta)

**Informe 2 y 3 de Avance:** Acciones y detalles de actividades realizadas, según el porcentaje de avances que corresponda y establecido en el Plan de Trabajo. Debe contener el estado de avances de las acciones básicas que sean realizado hasta el periodo de entrega del informe.

**Vídeo preliminar:** Deberá ser entregado junto con el informe 3.

**Informe Final:** debe contener, lo siguiente:

- Detalles de actividades realizadas durante todo el proceso de estudio, según lo indicará el Informe 1, el cual a su vez contiene el Plan de Trabajo y Metodología a implementar.
- Contener toda la información requerida en el presente documento, Plan de Trabajo y establecida en la Metodología.
- Incorporar Resumen Ejecutivo del informe final el cual podrá ser difundido y publicado en diferentes medios.
- Documentación Anexa, necesaria y complementaria al informe.

**Vídeo Final:** se debe entregar todos los videos necesarios que contengan todas las tomas realizadas, es decir, las filmaciones completas, junto a una versión editada en 2 min., para su difusión final.

Todo ello junto a la entrega del informe final.



1. Contexto

**2. Plan de Trabajo**

3. Selección de obras

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

5. Indicadores

6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

7. Conclusiones

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

ACT 1.1: Kick Off y alineamiento

ACT 1.2: Mapeo y levantamiento de indicadores

ACT 1.3: Revisión de antecedentes bibliográficos

ACT 1.4: Selección de obras a analizar y registrar visualmente

ACT 1.5: Definición preliminar de indicadores

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

ACT 2.1: Identificación y definición de los procesos constructivos

ACT 2.2: Selección de las actividades de los procesos constructivos a analizar

ACT 2.3: Análisis y sistematización de información de actividades

ACT 2.4: Propuesta metodológica para el levantamiento y cálculo de indicadores

ACT 2.5: Validación de metodología e indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

ACT 3.1: Medición en obra

ACT 3.2: Ajustes de indicadores

ACT 3.3: Análisis participativo y propuestas de optimización

ACT 3.4: Diseño y elaboración de documento de recomendaciones

ACT 3.5: Elaboración de check list para cumplimiento de recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

ACT 4.1: Ajuste y validación del plan de registro visual

ACT 4.2: Acompañamiento presencial y registro digital de obra

ACT 4.3: Análisis comparativo industrializado vs tradicional

ACT 4.4: Propuesta gráfica de indicadores y evidencia

ACT 4.5: Hito intermedio de ajuste y validación

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

ACT 5.1: Recopilación de registros de obra

ACT 5.2: Propuesta preliminar del video

ACT 5.3: Desarrollo de versión final de video

ACT 5.4: Documentación final, entrega de todos los productos y cierre

ACT 5.5: Participación en (2) instancias de difusión

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 1.1: Kick Off y alineamiento

ACT 1.2: Mapeo y levantamiento de indicadores

ACT 1.3: Revisión de antecedentes bibliográficos

ACT 1.4: Selección de obras a analizar y registrar visualmente

ACT 1.5: Definición preliminar de indicadores

### OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL:**  
Alinear y coordinar las expectativas, actividades para el desarrollo del proyecto, identificando las obras a analizar, como revisión de los antecedentes relevantes
- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
  - Planificar en detalle las actividades y participantes necesarios para desarrollar el proyecto
  - Recopilar información base
  - Iniciar actividades de coordinación e instancias periódicas de revisión y avance
  - Seleccionar obras a analizar
  - Definir indicadores a utilizar

### ALCANCE

- Revisión de documentos relevantes

### REQUISITOS

- Colaboración y participación en los procesos de reuniones

### ENTREGABLES

- Informe 1 que contiene el plan de trabajo y metodología ajustada

PLAZO

3 semanas

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 1.1: Kick Off y alineamiento

Primera instancia formal, cuyo objetivo es dar inicio a las actividades del proyecto a realizar. En esta reunión participan los actores clave del proyecto, tanto nivel directivo como ejecutivo. Se presenta al equipo, revisan los objetivos, el plan y actividades a desarrollar, además de definir la gobernanza del proyecto y la periodicidad con que se reunirá (tanto a nivel ejecutivo como directivo).

ACT 1.2: Mapeo y levantamiento de indicadores

Se identifican y categorizan indicadores, reconociendo aquellos de mayor relevancia en la comparación de obras de construcción tradicional con obras de construcción industrializada, que tengan incidencia en productividad y sustentabilidad, como pueden ser: plazos, costos, calidad y otros.

ACT 1.3: Revisión de antecedentes bibliográficos

Se recopilarán y analizarán los antecedentes bibliográficos indicados en los Términos de Referencia, además de cualquier otra información identificada que se considere relevante.

ACT 1.4: Selección de obras a analizar y registrar visualmente

Se seleccionan las obras de construcción industrializada para su seguimiento y análisis (Praderas de Labranza 1, Estancia Liray). Estas deberán ser ejecutadas durante el periodo de estudio, y que sean representativas del sub-sector de edificación, habitacional o corporativo.

ACT 1.5: Definición preliminar de indicadores

Se definen los indicadores existentes relevantes, comparando obras de construcción tradicional con obras de construcción industrializada, que tengan incidencias en sustentabilidad, plazos, costos, calidad y otros de productividad. Además de definir las obras que serán registradas visualmente, las cuales serán grabadas y reproducidas en vídeo,

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 2.1: Identificación y definición de los procesos constructivos

ACT 2.2: Selección de las actividades de los procesos constructivos a analizar

ACT 2.3: Análisis y sistematización de información de actividades

ACT 2.4: Propuesta metodológica para el levantamiento y cálculo de indicadores

ACT 2.5: Validación de metodología e indicadores

### OBJETIVOS

#### • OBJETIVO GENERAL:

Diseñar metodología que permita analizar y comparar indicadores de obras en construcción tradicional con industrializada a partir de la construcción de indicadores.

#### • OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Seleccionar y definir los procesos constructivos para una obra tradicional y industrializada.
- Identificar las actividades de los procesos constructivos (cuadrillas, equipos, maquinarias etc..).
- Realizar análisis de las actividades del proceso de construcción y sistematizar la información.
- Establecer una metodología para el análisis y comparación de indicadores según el tipo de construcción.

#### ALCANCE

- En obras de construcción industrializada seleccionadas

#### REQUISITOS

- Acceso a la información relevante de los proyectos
- Validación de metodología

### ENTREGABLES

- Plan metodológico validado

PLAZO

3 semanas

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 2.1: Identificación y definición de los procesos constructivos

ACT 2.2: Selección de las actividades de los procesos constructivos a analizar

ACT 2.3: Análisis y sistematización de información de actividades

ACT 2.4: Propuesta metodológica para el levantamiento y cálculo de indicadores

ACT 2.5: Validación de metodología e indicadores

Seleccionar y definir los procesos constructivos para una obra tradicional y una obra industrializada según su secuencia constructiva (en fábrica y en sitio), distinguiendo las etapas de obra gruesa, instalaciones y terminaciones, con el fin de medir y analizar su desempeño e incidencias en la productividad.

Identificar los recursos humanos, equipos y maquinarias, suministros y recursos económicos, utilizados en la secuencia constructiva considerando: recorridos en obra para seguimiento y verificación, realizar análisis y seguimiento a las actividades e identificar flujos de trabajo.

Análisis y sistematización de las actividades del proceso de construcción definiendo: duración de las actividades, cantidad de obras ejecutadas, recursos físicos involucrados, personal involucrado y detenciones, luego se sistematiza la información de los recursos (humanos, equipos, suministros, etc.), analizando su aprovechamiento y rendimientos, considerando actividades productivas que agreguen o no valor.

En base a la metodología presentada en la presente oferta se realizará una propuesta metodológica para el análisis y la comparación de indicadores entre una Obra tradicional y una industrializada en cuanto a rendimientos y recursos humanos, distinguiendo obra gruesa y terminaciones.

En conjunto con la contraparte se valida la metodología a utilizar.

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 3.1: Medición en obra

ACT 3.2: Ajustes de indicadores

ACT 3.3: Análisis participativo y propuestas de optimización

ACT 3.4: Diseño y elaboración e documento de recomendaciones

ACT 3.5: Elaboración de check list para cumplimiento de recomendaciones

### OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL:**  
Realizar recomendaciones que ayuden a mejorar el desempeño del proyecto y los resultados de los indicadores de productividad, plazos, costos, calidad y otros.
- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
  - Medir, validar y ajustar los indicadores en la obra a estudiar.
  - Analizar las condiciones normales de una obra y hacer propuestas de mejora.
  - Realizar documento con las recomendaciones .
  - Ajustas la propuesta de indicadores, para establecer comparaciones.
  - Diseñar Check list .
  - Acompañar en el proceso de implementación de mejoras.

### ALCANCE

- En obras y partidas seleccionadas

### REQUISITOS

- Acceso a la información relevante de los proyectos
- Acceso a obra

### ENTREGABLES

- Documento de “recomendaciones”
- Check list
- Informe 2, conteniendo acciones y detalle de las actividades a realizar, según lo establecido en el plan de trabajo

PLAZO

6 semanas

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 3.1: Medición en obra

Trabajo de campo, en donde se realizarán mediciones de productividad mediante la metodología. El proceso de observación involucra registrar qué están realizando los distintos trabajadores de la obra en terreno.

ACT 3.2: Ajustes de indicadores

En base a los nuevos antecedentes se realiza un ajuste de los indicadores.

ACT 3.3: Análisis participativo y propuestas de optimización

Se realiza un análisis de las condiciones normales de la obra y una propuesta de mejora en cuanto a optimización de costos y plazos, (esto, con el objetivo de reducir tiempos y dar un mejor uso a los recursos, beneficiando el proyecto.

ACT 3.4: Diseño y elaboración e documento de recomendaciones

Se realizan recomendaciones para la optimización de los procesos constructivos, de montaje, acopio y distribución de los materiales y recursos, considerando ahorros. Lo anterior será registrado y presentado en un documento.

ACT 3.5: Elaboración de check list para cumplimiento de recomendaciones

Se desarrolla un check list para el cumplimiento de las recomendaciones.



## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 4.1: Ajuste y validación del plan de registro visual

ACT 4.2: Acompañamiento presencial y registro digital de obra

ACT 4.3: Análisis comparativo industrializado vs tradicional

ACT 4.4: Propuesta gráfica de indicadores y evidencia

ACT 4.5: Hito intermedio de ajuste y validación

### OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL:**  
Acompañamiento en la obra industrializada, monitoreando y midiendo los indicadores, a través de trabajo de campo y herramientas digitales.
- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
  - Realizar un acompañamiento y registro de avance visual de la obra de construcción industrializada.
  - Registrar digitalmente hitos relevantes de la obra.
  - Realizar un análisis comparativo entre metodología / homologación de la propuesta, y procesamiento / edición de contenidos.
  - Propuesta gráfica.

### ALCANCE

- En obras y partidas seleccionadas
- Proceso de filmación con un máximo de 30 días, en 2 obras industrializadas (según factibilidad).

### REQUISITOS

- Acceso a la información relevante de los proyectos
- Acceso a obra
- Cumplimiento con plazos de revisión y validación

### ENTREGABLES

- Propuesta Gráfica
- Informe 3, conteniendo acciones y detalle de las actividades a realizar, según lo establecido en el plan de trabajo

PLAZO

8 semanas

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 4.1: Ajuste y validación del plan de registro visual

ACT 4.2: Acompañamiento presencial y registro digital de obra

ACT 4.3: Análisis comparativo industrializado vs tradicional

ACT 4.4: Propuesta gráfica de indicadores y evidencia

ACT 4.5: Hito intermedio de ajuste y validación

Se revisara en detalle el plan del registro visual, ajustándolo en el caso de ser necesario. Se validara con equipos con el fin de que cumplir los objetivos e formas optima.

Realizar un acompañamiento y registro de avance de obra de construcción industrializada a través de toma de videos Time-Lapse, y otras herramientas tecnológicas.

Se realiza un análisis comparativo de las obras en relación a metodología y homologación propuesta.

Se realiza el procesamiento y edición de contenidos recabados, desarrollando una propuesta gráfica de la comparación de indicadores y evidencias.

Se revisan y validan los avances con el equipo de Construye 2025. El hito contempla la revisión imágenes capturadas en obra y en fabrica, además de los elementos gráficos desarrollados.

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 5.1: Recopilación de registros de obra

ACT 5.2: Propuesta preliminar del video

ACT 5.3: Desarrollo de versión final de video

ACT 5.4: Documentación final, entrega de todos los productos y cierre

ACT 5.5: Participación en (2) instancias de difusión

### OBJETIVOS

- **OBJETIVO GENERAL:**  
Realizar un video para promover los beneficios de la construcción industrializada. Consolidar la información recabada en un documento final.
- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**
  - Realizar registro visual de cada obra de construcción y montaje y captura de video en Time-Lapse y monitoreo a distancia.
  - Asegurar funcionamiento y mantenimiento del sistema de monitoreo.
  - Disponibilizar plataforma de monitoreo web.
  - Realizar propuesta preliminar del video y edición del video final.
  - Desarrollar un documento final que contenga toda la información recabada en el proyecto, además de un informe ejecutivo.
  - Organizar la información para instancias de difusión.

### ALCANCE

- Proceso de filmación con un máximo de 30 días, en 2 obras industrializadas (según factibilidad).

### REQUISITOS

- Ajustes y aprobación dentro del plazo

### ENTREGABLES

- Video Final, contemplando todas las tomas realizadas + versión editada de 2 minutos
- Registro Visual
- Informe Final con las acciones detalladas de las actividades, más un informe ejecutivo

### PLAZO

6 semanas

## Etapa 1

Alineamiento y definiciones iniciales

## Etapa 2

Definición de procesos y metodología de indicadores

## Etapa 3

Medición en obra, análisis y recomendaciones

## Etapa 4

Acompañamiento y propuesta gráfica

## Etapa 5

Síntesis del proceso y entregables finales

### ACTIVIDADES

ACT 5.1: Recopilación de registros de obra

Se recopilan todos los registros generados a lo largo de este proyecto, tanto físicos como digitales, con el objetivo de crear un video demostrativo de un caso de éxito de la construcción industrializada.

ACT 5.2: Propuesta preliminar del video

Se desarrolla una propuesta preliminar del video, con el fin de validarla con la contraparte técnica, y ajustarla para un posterior video final.

ACT 5.3: Desarrollo de versión final de video

Realizar la edición final del video que incorporará todas las tomas seleccionadas en formato Time-Lapse, material gráfico, audios, textos, indicadores, etc.

ACT 5.4: Documentación final, entrega de todos los productos y cierre

Se recopila todos los documentos, con el fin de diseñar y elaborar el documento final.

ACT 5.5: Participación en (2) instancias de difusión

Se considera al menos dos instancias de difusión definidas, una en Santiago y otra en región.

1. Contexto

2. Plan de Trabajo

**3. Selección de obras**

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

5. Indicadores

6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

7. Conclusiones

El proceso de selección de obras, actividad crítica para poder desarrollar el presente estudio, tiene como objetivo seleccionar las obras de construcción industrializada para su seguimiento y análisis, en base a priorización CCI-Construye 2025.

Adicionalmente se definieron algunas condiciones para poder ser sujetas de estudio, debiendo:

1. Ser ejecutadas durante el periodo de estudio.
2. Ser representativas del sub-sector de edificación, habitacional o corporativo.

Por otro lado, en la propuesta de trabajo se definió que se realizaría el seguimiento a al menos 2 obras (TdR señalaba que debía seguirse al menos 1), las cuales deberían ser seleccionadas en base al siguiente listado:

Nombre Proyecto	Comuna	Inmobiliaria / Constructora	Tipo	Elementos / industrializados
Condominio Don Pedro I	San pedro de la Paz	IVL	Edificio 5 pisos, destino residencial	Muros estructurales
Estancia Liray	Colina	Manquehue	En extensión, destino residencial	Muros estructurales
Los Viñedos de San Javier	San Javier	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Praderas de Labranza 1	Temuco	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Universidad Mayor	Providencia	Constructora Cv2	Edificio 8 pisos, Oficina /comercial	Pilares y vigas

En una primera instancia se propone seleccionar las obras:

- Condominio Don Pedro I
- Estancia Liray

Sin embargo, no se pudo avanzar con dichas obras debido a las siguientes razones:

- Rápida ejecución de las obras industrializadas
- Programación por partida y no por vivienda (para maximizar eficiencia de procesos de planta)
- Retrasos en el proceso de adjudicación de la presente consultoría
- Modificación de obras a ser analizadas por parte de mandante

Al ser presentado el caso para avanzar en la selección de obras se definió analizar:

- Una obra que utilizase sistema Baumax.
- Una obra que utilizase sistema Canadá House.

Adicionalmente, se determinó que ambas obras tendrían destino residencial y serían construcciones en extensión.

Con lo anterior, para el presente proyecto se identificaron, finalmente, 9 obras potenciales de ser analizadas. Estas son:

Nombre Proyecto	Comuna	Inmobiliaria / Constructora	Tipo	Elementos / industrializados
Condominio Don Pedro I	San pedro de la Paz	IVL	Edificio 5 pisos, destino residencial	Muros estructurales
Universidad Mayor	Providencia	Constructora Cv2	Edificio 8 pisos, Oficina /comercial	Pilares y vigas
Los Viñedos de San Javier	San Javier	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Praderas de Labranza 1	Temuco	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Mirador de Volcanes 3 y 4	Puerto Montt	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Parque Torreones	Valdivia	Martabid	En extensión, destino residencial	Muros y techumbres (cerchas)
Alto la Cruz	Padre Hurtado	Manquehue	En extensión, destino residencial	Muros estructurales y pre - losas
Estancia Liray	Colina	Manquehue	En extensión, destino residencial	Muros estructurales y pre - losas
Cumbres del Peñón	Puente Alto	Manquehue	En extensión, destino residencial	Muros estructurales y pre - losas



## Cumbres del Peñón

Fecha de Visita: 03 de mayo de 2018

Inmobiliaria: Manquehue

Proveedor elementos industrializados: Baumax

Ubicación: Puente Alto, Región Metropolitana.

Asistentes a visita: Juan Pablo Yumha, Fuad Sabat

**Razón por la cual no se selecciona:** Estado avanzado de la obra hace inviable su selección para desarrollar el presente estudio, en particular en lo relativo al poco tiempo disponible para coordinar seguimiento presencial y registro audiovisual.



## Estancia Liray

Fecha de Visita: 09 de mayo de 2018

Inmobiliaria: Manquehue

Proveedor elementos industrializados: Baumax

Ubicación: Colina, Región Metropolitana

Asistentes a visita: Juan Pablo Yumha, Fuad Sabat, David Silva, Yoshiaki Tsutsumi

**Razón por la cual no se selecciona:** Estado avanzado de la obra hace compleja su selección para desarrollar el presente estudio, en particular en lo relativo al poco tiempo disponible para coordinar seguimiento presencial y registro audiovisual. Se toma la decisión de no avanzar con esta obra en conjunto con Carlos Alonso, Gerente de Operaciones Inmobiliaria Manquehue, quién propone desarrollar proyecto en obra Alto la Cruz.



## Mirador de Volcanes 3 y 4

Fecha de Visita: 14 y 30 de mayo de 2018

Inmobiliaria: Martabid

Proveedor elementos industrializados: Canadá House

Ubicación: Puerto Montt, Región de los Lagos

Asistentes a visita 1: Miguel Figueroa, David Silva

Asistentes a visita 2: Ricardo Flores, Loreto Morales

**Razón por la cual no se selecciona:** Estado avanzado de la obra hace compleja su selección para desarrollar el presente estudio, en particular en lo relativo al poco tiempo disponible para coordinar seguimiento presencial y registro audiovisual. José Miguel Martabid propone realizar seguimiento en obra Parque Torreones de Valdivia.



## Baumax

Fecha de Visita: 15 de mayo de 2018

Ubicación: Lampa, Región Metropolitana

Asistentes a visita: Juan Pablo Yumha, Fuad Sabat, Yoshiaki Tsutsumi

**Actividades desarrolladas:** Se recorre la planta y se entrevista a Alexis Berczely. Se realiza levantamiento preliminar de proceso y actividades principales.



## Planta Lautaro (Martabid)

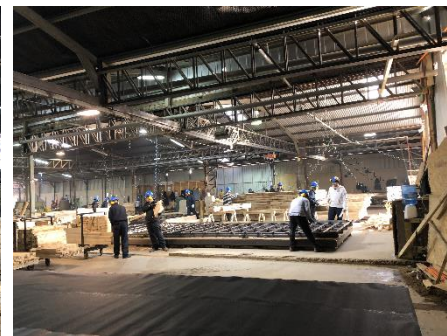
Fecha de Visita: 14 de mayo, 13 de junio de 2018

Ubicación: Lampa, Región Metropolitana

Asistentes a visita 1: Miguel Figueroa, David Silva

Asistentes a visita 2: Juan Pablo Yumha, Fuad Sabat, Roberto Uribe

**Actividades desarrolladas:** Se recorre la planta y se entrevista a Daniel Mora y a José Miguel Martabid. Se realiza levantamiento preliminar de proceso y actividades principales.



Finalmente, para el presente proyecto se seleccionaron las siguientes 2 obras:

Nombre Proyecto	Comuna	Inmobiliaria	Tipo	Sistema
Alto La Cruz	Padre Hurtado	Manquehue	En extensión, destino residencial	Muros estructurales y Prelosas HA
Parque Torreones	Valdivia	Martabid	En extensión, destino residencial	Sistema Canada House

Las empresas proveedoras de componentes industrializados son:

- Baumax para proyecto es Alto la Cruz
- Martabid (sistema Canadá House) para proyecto Parque Torreones

Existió compromiso de colaboración por parte de las empresas al desarrollo del presente proyecto que incluye permisos de acceso a faenas y fábricas para medición y registro, además de acceso a información y estadísticas disponibles. Del mismo modo, existió un acuerdo de confidencialidad firmado entre las partes, el que incluye restricciones a publicar información sensible. Del mismo modo, los indicadores finales a presentar deberán ser validados por los representantes de las respectivas empresas.

La selección final de las obras quedo compuesta por una obra ubicada en la comuna de Padre Hurtado “Alto la Cruz” a 45 kilómetros de Santiago , y otra ubicada en la comuna de Valdivia, Región de los Ríos, denominada “Parque Torreones”.

01

## Alto La Cruz

- Hormigón
- Albañilería



02

## Parque Torreones

- Madera



En el caso de viviendas de hormigón armado se optó por el proyecto Alto La Cruz, ya que podemos observar el mismo modelo de casa, construido con un sistema industrializado y tradicional (albañilería).

Plano loteo Etapa 1 Baumax



36 casas construidas con el modelo industrializado  
60 casas construidas con el modelo tradicional albañilería.

Casas desde 75m<sup>2</sup> hasta 110 m<sup>2</sup>

Plano loteo Etapa 2 Albañilería





## Características del Conjunto

- 6.000 m<sup>2</sup> de áreas verdes y urbanización subterránea
- Casas desde 75m<sup>2</sup> hasta 110 m<sup>2</sup>
- Ubicación: Comuna de Padre Hurtado
- Inmobiliaria: Manquehue
- Fecha crítica para medir y registrar una vivienda completa: Segunda semana de junio
- Número de pisos: 2
- Proveedor(es) de elemento(s) industrializado(s): Baumax
- Partida en la cual se utiliza(n) elemento(s) industrializado(s): Muros estructurales y prelosas.
- Materialidad principal: Hormigón Armado





Vista general del proyecto Alto la Cruz.

Proyecto Alto la Cruz brinda condiciones ideales para realizar comparación entre una vivienda que incorpora elementos industrializados con una construida con sistema tradicional.

Dicha oportunidad no se deja pasar, definiéndose realizar seguimiento presencial y registro audiovisual a ambas viviendas.



Vivienda a analizar sistema Baumax

Vivienda a analizar sistema tradicional (albañilería)



Registro visual proyecto Alto la Cruz, construcción tradicional.



Registro visual proyecto Alto la Cruz, construcción industrializada.

En el caso de viviendas en base a estructura de madera se optó por el proyecto Parque Torreones.

Existen 2 tipologías de vivienda en esta obra: Modelo Maule y Modelo Riñihue, el total de viviendas de este proyecto son 119 viviendas.

Etapa	Modelo Maule	Modelo Riñihue	Total Etapas
Etapa 1	30	19	49
Etapa 2	29	4	33
Etapa 3	28	9	37
Total	85	34	119

Plano loteo



## Características del Conjunto

- Casas desde 68,89m<sup>2</sup> y 77,13m<sup>2</sup>
- Ubicación: Valdivia
- Inmobiliaria: Martabid
- Fecha crítica para medir y registrar una vivienda completa: Tercera semana de julio
- Número de pisos: 2.
- Viviendas de 3 dormitorios, 1 o 2 baños, estar
- Proveedor(es) de elemento(s) industrializado(s): Canada House
- Partida en la cual se utiliza(n) elemento(s) industrializado(s): Muros y techumbres (cerchas)
- Materialidad principal: Madera





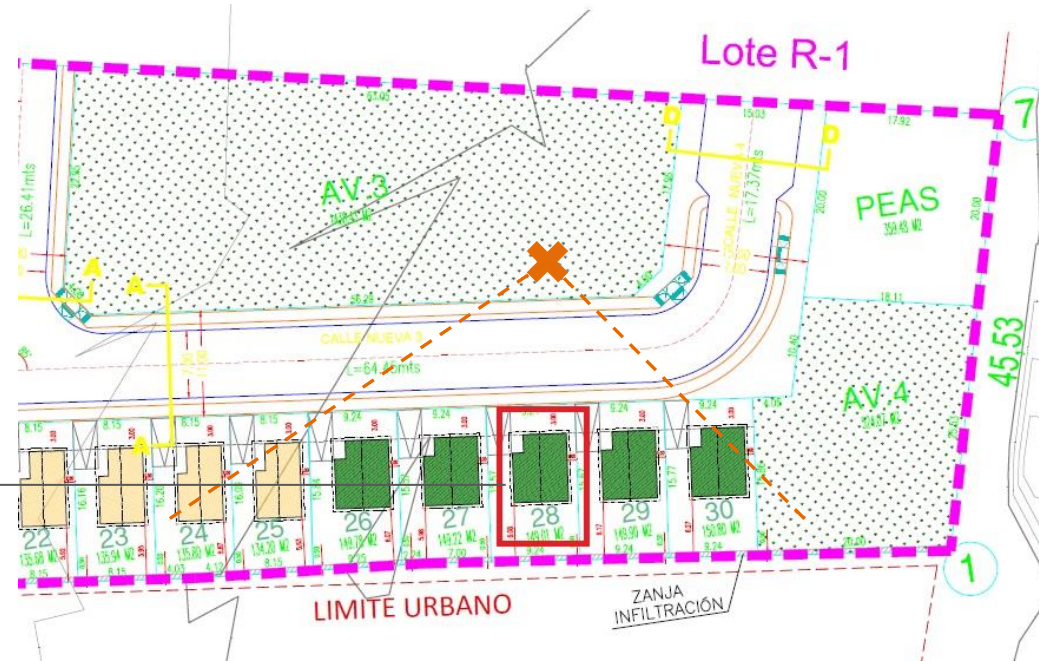
Vista general del proyecto Parque Torreones.



Proyecto Parque Torreones brinda condiciones ideales para realizar seguimiento y registro de viviendas que incorporan elementos industrializados en base a madera.

En este sentido, punto de instalación de poste para registro audiovisual permitirá tener una visión a lo largo del paño, habilitando la visualización de la secuencia constructiva en varias casas con foco en la seleccionada.

Vivienda a analizar





Registro visual proyecto Parque Torreones, construcción industrializada.

La presente consultoría contempla la confección de indicadores en obras que utilizan sistemas de construcción industrializados. Ésta centró su análisis en la ejecución de los procesos constructivos involucrados en la ejecución de la etapa de **obra gruesa** de los proyectos analizados, en particular, los procesos que estaban entre la ejecución del radier y de la techumbre (sin considerar estos). En los casos de los sistemas industrializados también se consideraron los procesos ejecutados en fábrica.

Se homologaron casas objeto de estudio para establecer comparaciones en cuanto a plazos, costos, calidad y otros de productividad, que tienen incidencia en sustentabilidad.

- Elementos de muro de 1er y 2do piso, se estandarizaron a 70 m2.
- Elementos de losa de entrepiso, se estandarizaron a 40 m2.

1. Contexto

2. Plan de Trabajo

3. Selección de obras

**4. Procesos constructivo y actividades (fábrica y obra)**

5. Indicadores

6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

7. Conclusiones

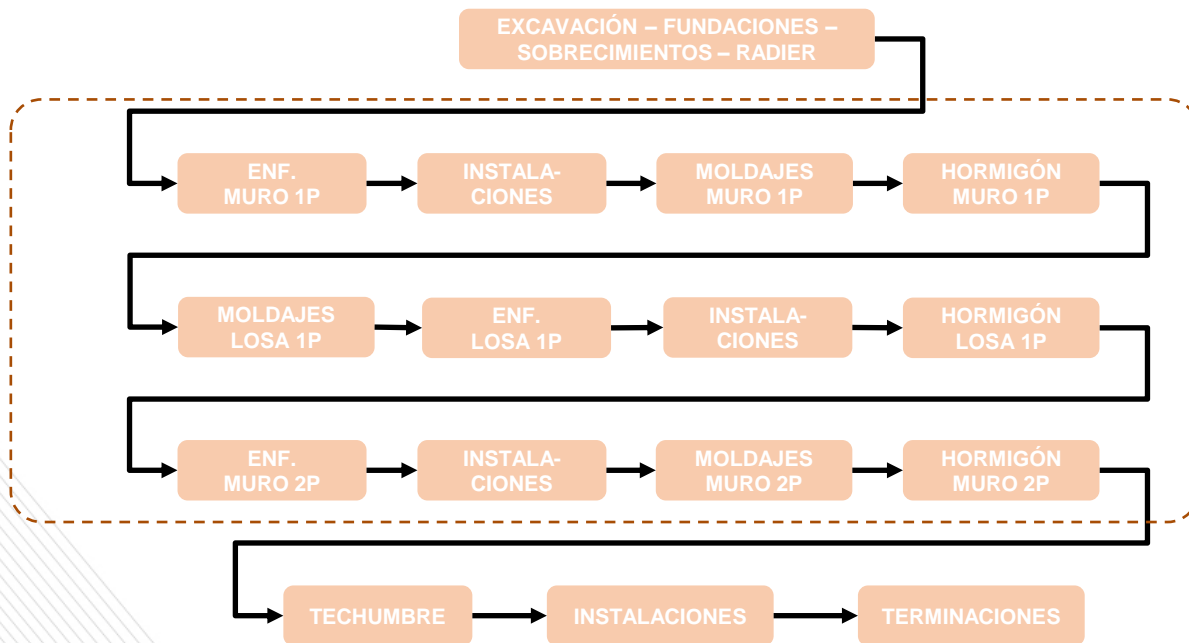
**Para construir los mapas de proceso se utilizó información procedente de diferentes fuentes. Estas son:**

- Antecedentes de las obras sujetas de análisis.
- Antecedentes de obras y fábricas.
- Adicionalmente, debido a que los registros de obra no cuentan con el nivel de detalle suficiente que permita realizar comparación justa, los antecedentes recabados fueron corroborados con:
  - Visitas a terreno.
  - Entrevistas en profundidad a actores clave de la cadena

## Se definió una serie de colores para distinguir las diferentes etapas de los procesos constructivos

- **Sistema tradicional:** se consideran sistemas constructivos tradicionales a aquellos que tienen un grado de industrialización bajo, teniendo como factor fundamental la mano de obra, predominando el sistema constructivo de albañilería.
- **Sistema Industrializado:** construcción industrializada se refiere a cualquier parte del edificio que este hecha fuera del sitio de construcción mismo del edificio. Como construcción industrializada se entiende tanto la prefabricación como la construcción fuera del sitio.
- **Planta / fábrica :** espacio que cuenta con la infraestructura y los dispositivos que se requieren para producir determinados bienes, fabricar hace referencia a obtener productos en serie.
- **Entrega / recepción:** Fase en la cual se delegan funciones y se verifica que los procedimientos se cumplan.

## Hormigón armado



■ Sistema tradicional

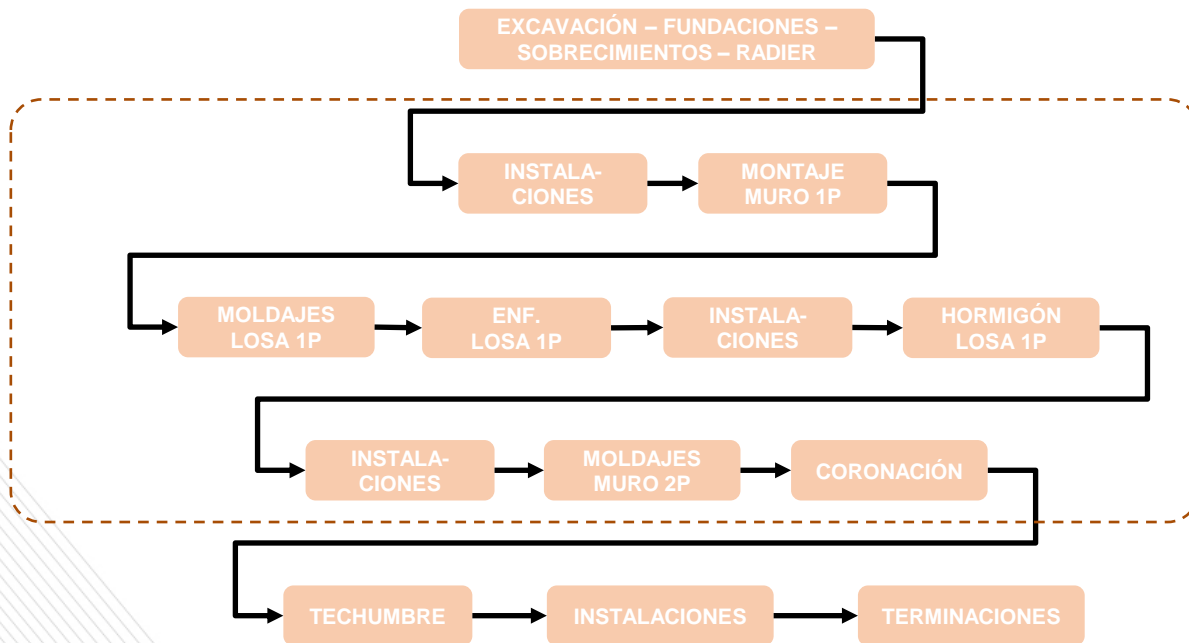
■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

■ Rango objeto estudio

## Albañilería



■ Sistema tradicional

■ Planta / fábrica

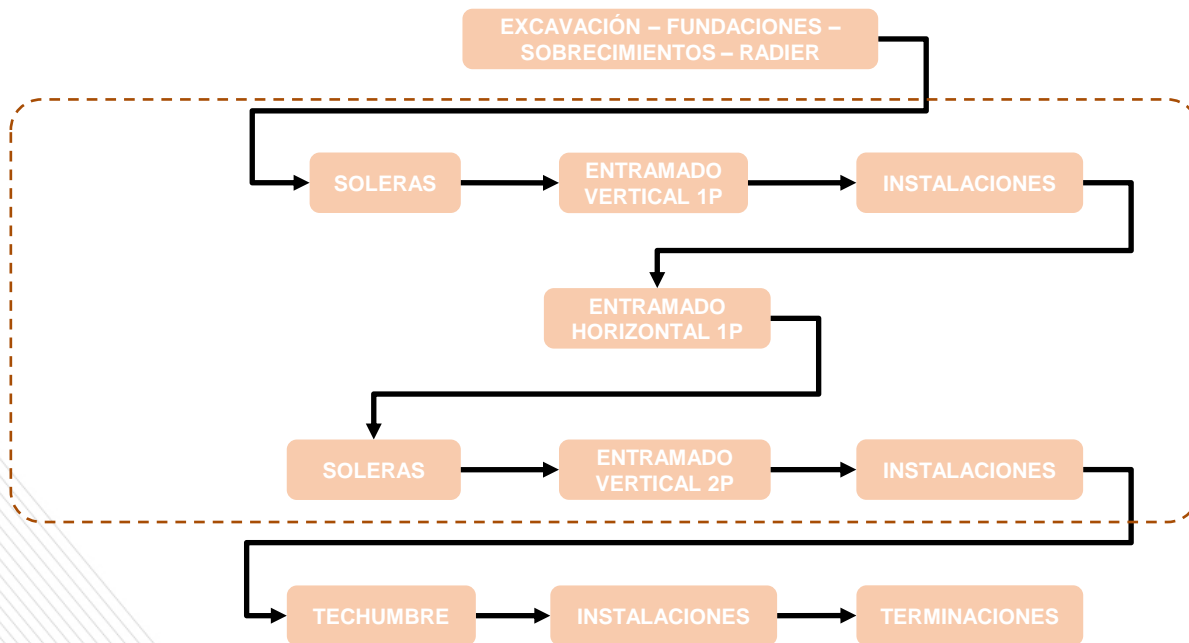
■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

⋮ Rango objeto estudio



## Madera



■ Sistema tradicional

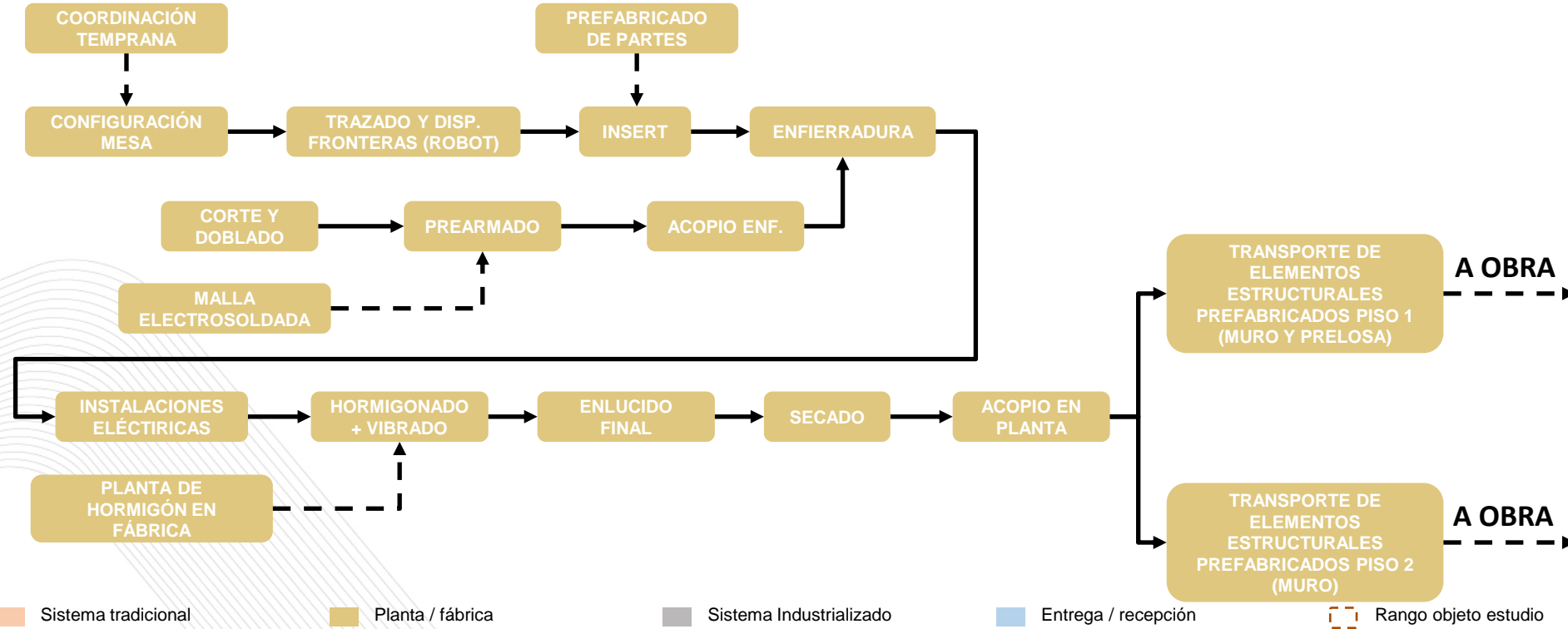
■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

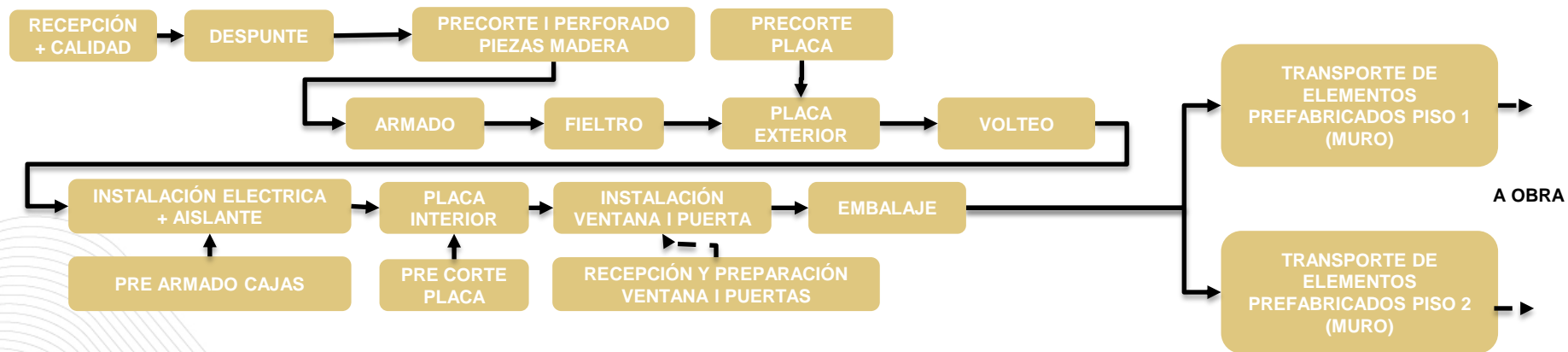
□ Rango objeto estudio

Planta Baumax  
Lugar: Lampa

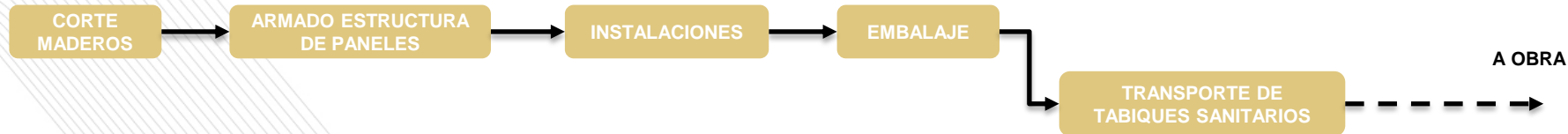


Planta Martabid  
Lugar: Temuco

## FÁBRICA 1



## FÁBRICA 2



■ Sistema tradicional

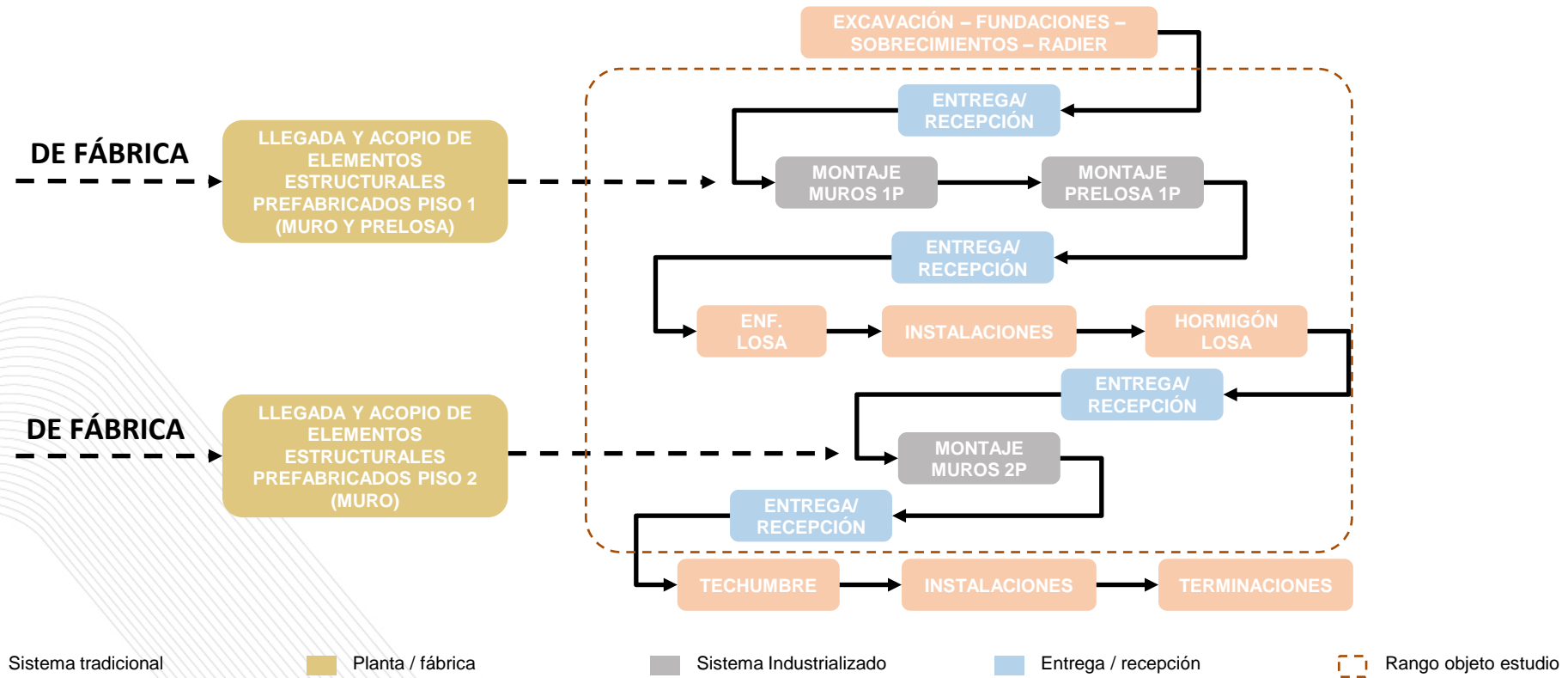
■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

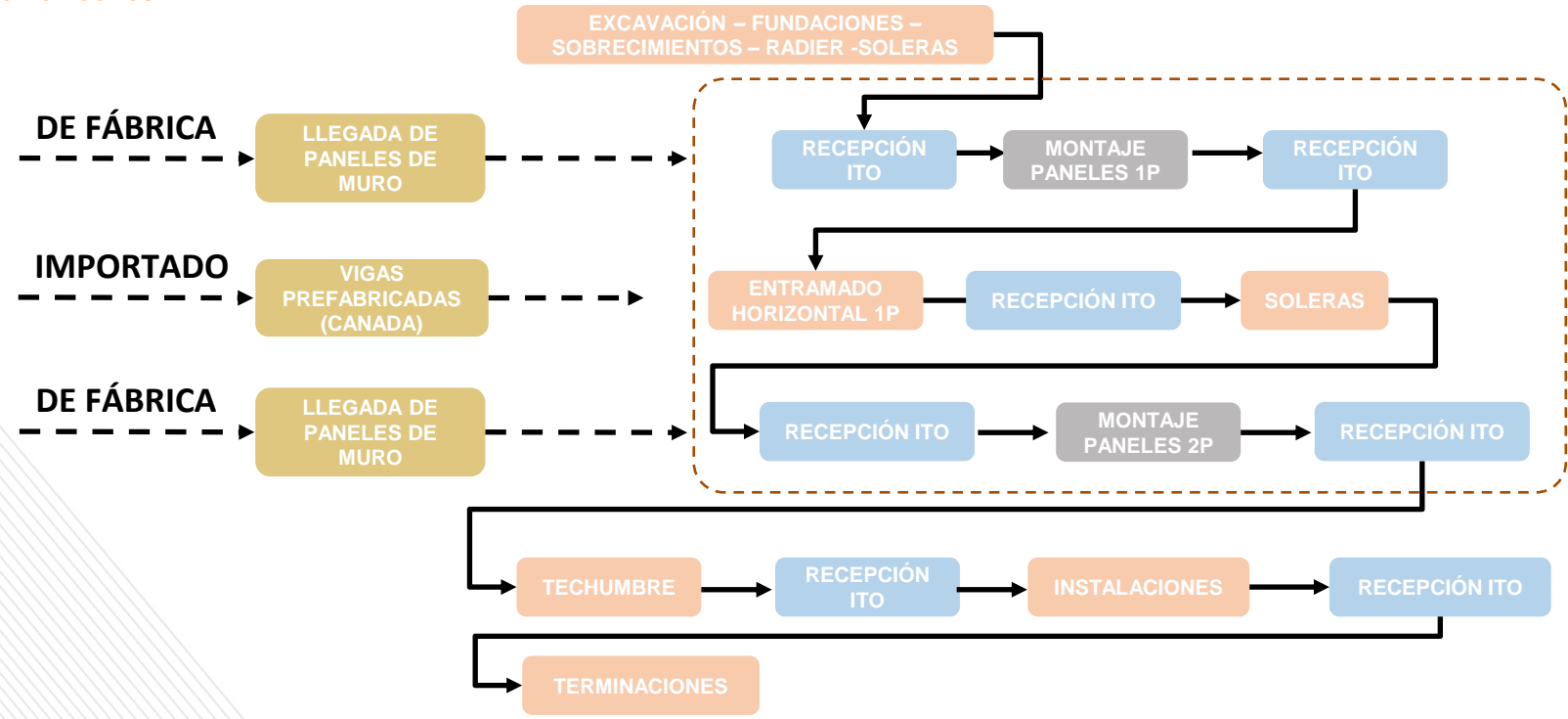
■ Entrega / recepción

□ Rango objeto estudio

Materialidad: Hormigón armado  
Obra: Alto la Cruz



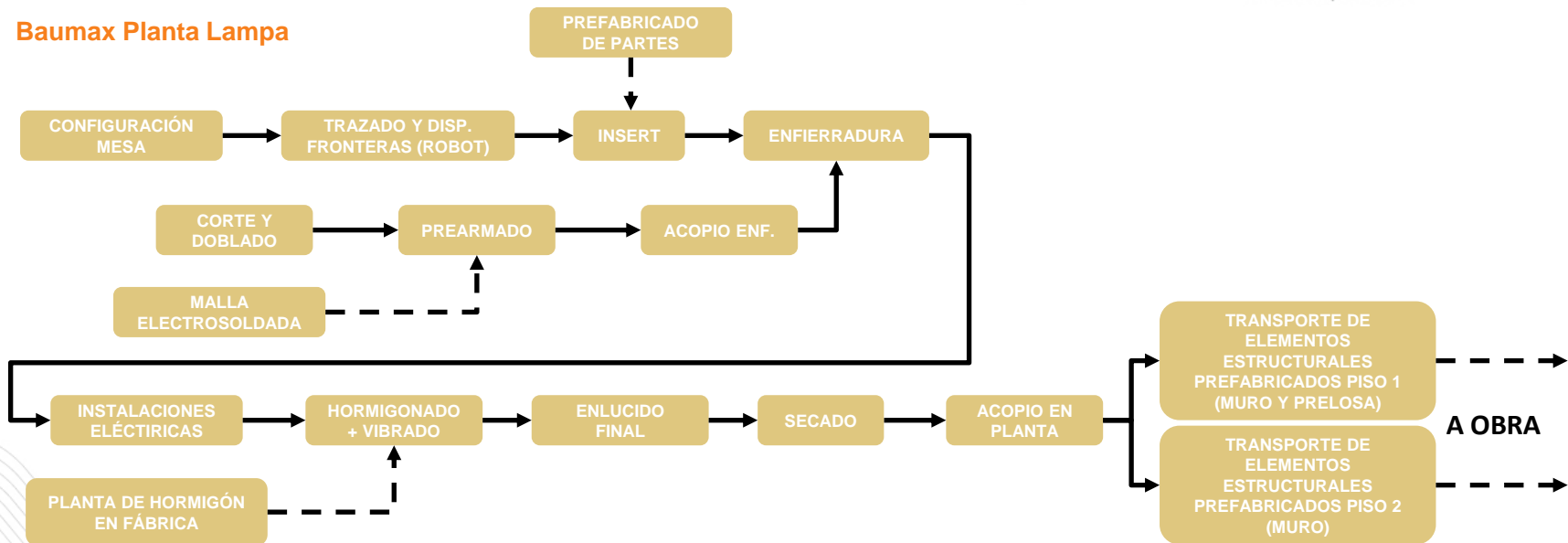
Materialidad: Madera  
Obra: Parque Torreones



■ Sistema tradicional   ■ Planta / fábrica   ■ Sistema Industrializado   ■ Entrega / recepción   ■ Rango objeto estudio

Proceso constructivo

## Baumax Planta Lampa



Etapa del proceso y actividades principales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Insert	Instalación piezas
	Estuque de aislapol
	Aplica desmoldante
	Lazos de conexión
	Conectores de losas
	Puntos de izaje

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Enfierradura	Revisión de etiqueta según trazabilidad
	Desplazamiento puente grúa
	Enganche
	Montaje de malla a mesa

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Hormigonado	Llenado capacho
	Selección compuertas
	Paleros
	Vibrado
	Mojar con agua el muro
	Platachado

■ Sistema tradicional

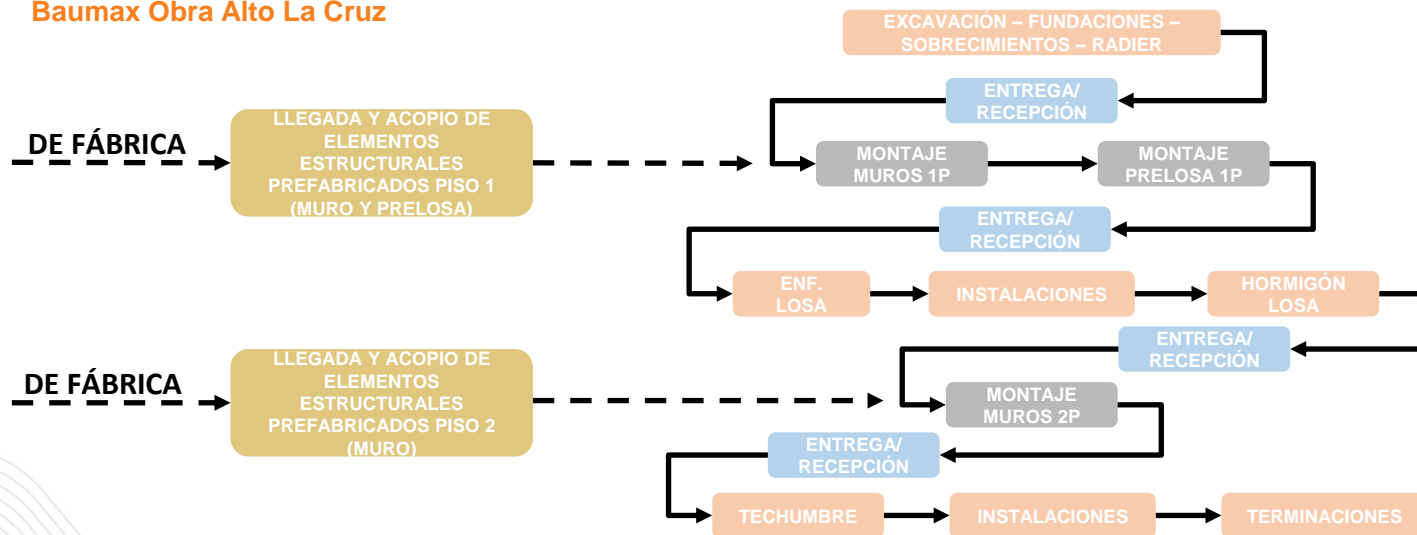
■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

## Baumax Obra Alto La Cruz

Proceso constructivo



Etapa del proceso y actividades principales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Montaje muros 1p	Rectificación auxiliar y nivel
	Planificación montaje
	Preparación mortero
	Corte fierro
	Demarcación área
	Montaje
	Instalación diagonales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Montaje pre-losa	Traslado vigas y gatas
	Limpieza protecciones
	Demarcación área
	Corte pasadas pre-losa
	Montaje y ajuste
	Instalación vigas

■ Sistema tradicional

■ Planta / fábrica

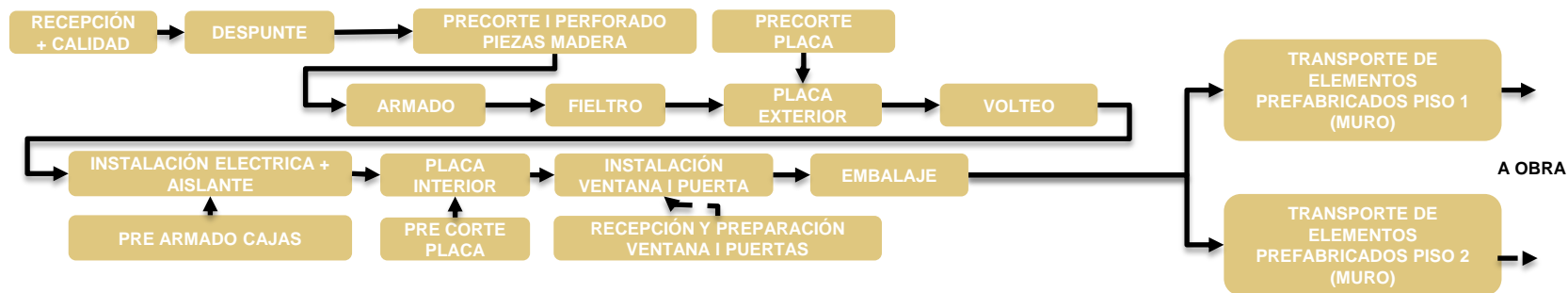
■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

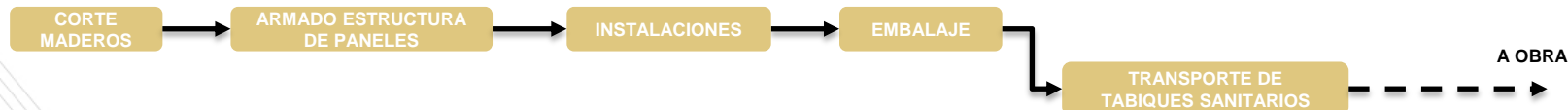
Proceso constructivo

## Martabid Planta Lautaro

### FÁBRICA 1



### FÁBRICA 2



Etapa del proceso y actividades principales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Corte de piezas de madera	Recepción y calidad
	Despunte
	Dimensionamiento
	Corte
	Traslado interno

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Armado estructural de paneles	Ajuste de mesa
	Puesta de listones en posición (mesa)
	Rectificación de medidas
	Clavado
	Traslado a línea de terminación

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Instalación de fieltro	Prensado de la estructura
	Disposición de fieltro
	Fijación
	Cortes de vanos (según panel)

■ Sistema tradicional

■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

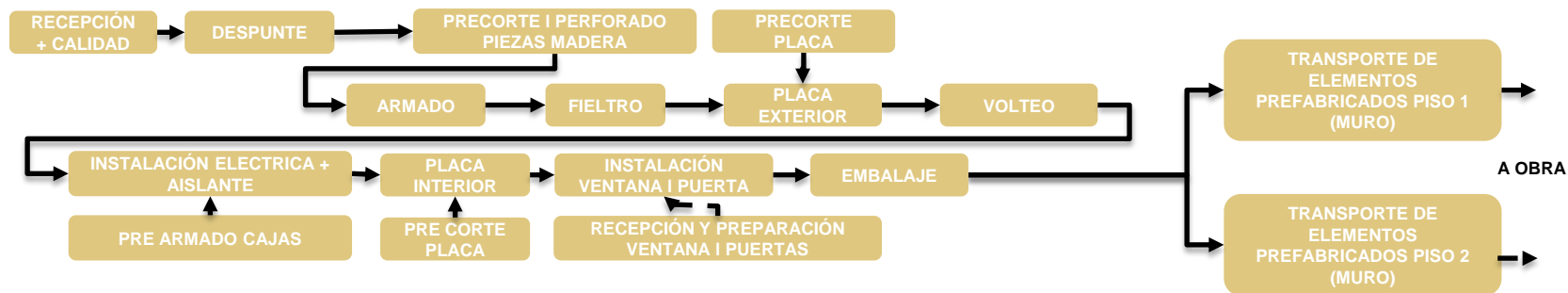
■ Entrega / recepción



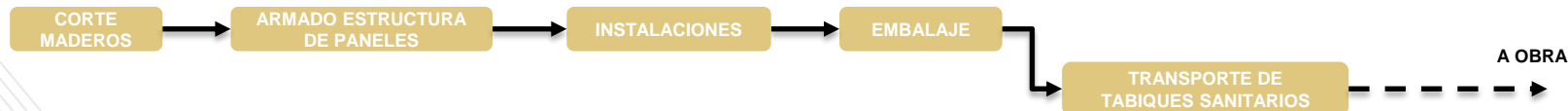
Proceso constructivo

## Martabid Planta Lautaro

### FÁBRICA 1



### FÁBRICA 2



Etapa del proceso y actividades principales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Placa cara exterior	Rectificación medida
	Encuadre a presión
	Disposición panel
	Medición - ajuste
	Clavado

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Instalación eléctrica + aislante	Instalación Conduit - cajas
	Disposición de rollo
	Corte aislante
	Ajuste

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Placa interior	Instalación pegamento
	Instalación placas
	Ajuste
	Fijación (tornillos. Se retiran en obra)

Sistema tradicional

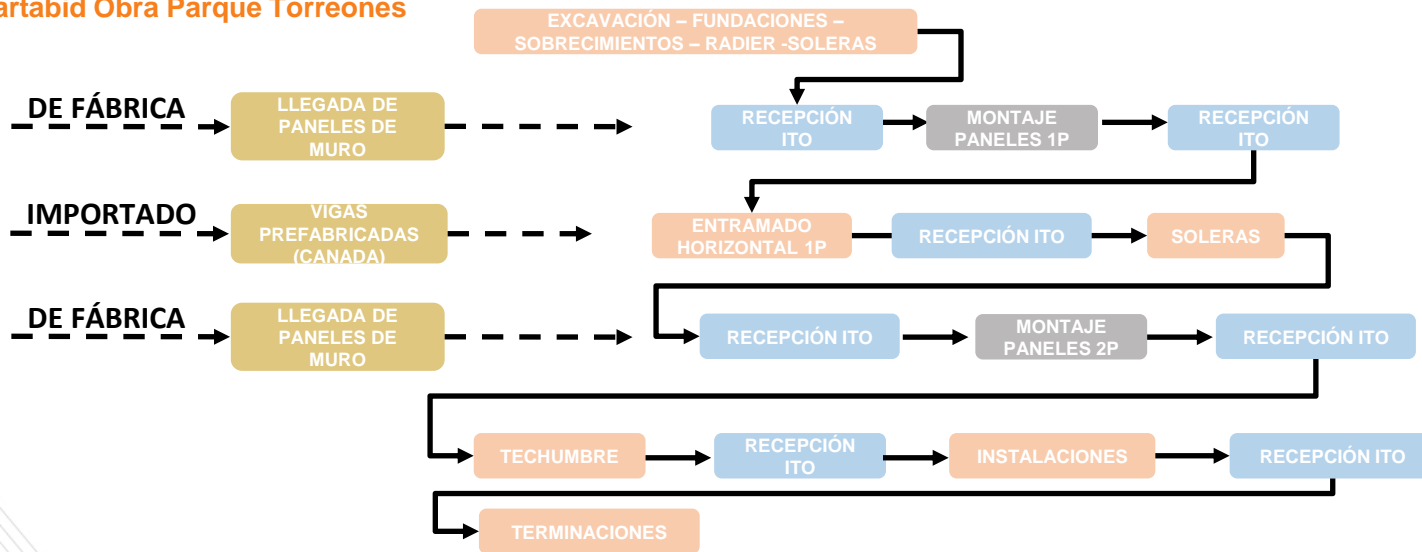
Planta / fábrica

Sistema Industrializado

Entrega / recepción

## Martabid Obra Parque Torreones

Proceso constructivo



Etapa del proceso y actividades principales

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Paneles 1° piso	Recepción
	Aplome
	Montaje
	Instalación diagonales de apoyo
	Instalación Tornillos "toro"

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Envigado	Recepción vigas prefabricadas (importadas)
	Dimensionamiento en obra
	Montaje
	Fijación

Etapa del proceso	Actividad del proceso
Paneles 2° piso	Recepción
	Aplome
	Montaje
	Instalación diagonales de apoyo
	Instalación Tornillos "toro"

■ Sistema tradicional

■ Planta / fábrica

■ Sistema Industrializado

■ Entrega / recepción

1. Contexto

2. Plan de Trabajo

3. Selección de obras

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

**5. Indicadores**

6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

7. Conclusiones

## **Visita inicial**

Se realiza una visita a terreno para la identificación de: las condiciones de trabajo en las cuales se realizará el proceso de recolección de datos, los procesos y secuencias constructivos que se desarrollan en terreno.

## **Solicitud y análisis de información de obra (y de planta)**

Se solicita información básica de la obra, es decir, planos, presupuesto, especificaciones técnicas y programación, entre otros, con el fin de analizarlos y determinar una primera aproximación a los indicadores factibles de levantar mediante información secundaria.

## **Identificación y entrevistas a actores clave**

Se identifican y entrevistan a actores claves de las empresas sujetas a estudio. Esto es: encargado de prevención de riesgos, de calidad, de sustentabilidad, administrador de obra, jefe de terreno, encargados de partidas puntuales y otros actores relevantes, con el fin de conocer en detalle sus sistemas de información y la calidad de su información, además de identificar potenciales oportunidades de mejora.

## **Definición de datos críticos a levantar**

En base a la información disponible se definen los datos críticos a levantar para construir el set de indicadores definido. Esta actividad considera trabajo cercano con las empresas proveedoras de los datos con el fin de dar cumplimiento a los compromisos de confidencialidad y resguardo de la información.

## **Solicitud de la información**

Se solicita formalmente la información. Con esta se construyen los indicadores.

## **Validación de indicadores con nivel directivo**

Los indicadores pasan por un proceso de validación con los niveles directivos de las empresas sujetas de estudio. Son ellos quienes autorizan la forma en que finalmente serán presentados.

Los objetivos de las mediciones y el estudio in-situ son:

- Determinar los niveles de actividad de las partidas medidas.
- Identificar las principales causas de los tiempos ociosos que se generan.
- Determinar rendimientos logrados por las cuadrillas medidas.

Para lograr los objetivos planteados, se empleará la siguiente metodología de trabajo, la que se detalla a continuación:

## **Visita Preliminar**

Se realiza una visita a terreno para la identificación de: las condiciones de trabajo en las cuales se realizará el proceso de recolección de datos, los procesos y secuencias constructivos que se desarrollan en terreno, el detalle del personal (cuadrillas de trabajo y cantidad de trabajadores por cuadrilla) al que se le realizará el seguimiento, entre otros.

## Medición en Terreno – Recolección de Datos

Las mediciones en terreno se basan en una recolección de datos a través de rondas de observación de una hora de duración como máximo. De forma periódica y continua se observa cuáles son las tareas que están ejecutando las distintas cuadrillas a medir, registrando la tarea que está realizando cada trabajador y/o maquinaria.

Cada actividad está asociada a una clasificación o tipo de actividad entre:

■	Agrega Valor	<b>AG</b>
■	Soporte	<b>Sop</b>
■	Detención Autorizada	<b>DA</b>
■	No Agrega Valor	<b>NAV</b>

- **Agrega Valor:** Toda acción o actividad que se requiere su ejecución para que se progrese en la construcción de un elemento y/o unidad de construcción. Implica la colocación de algún insumo. Estas acciones contribuyen directamente en lograr el avance del proyecto. (Por ejemplo: montaje de moldajes).
- **Soporte:** Toda acción o actividad que se requiere su ejecución, pero que no contribuye directamente en el progreso del proyecto. (Por ejemplo: transporte de materiales, limpieza de lugar de trabajo).
- **Detención Autorizada:** Esperas justificadas generadas por causas administrativas o de seguridad generalmente. (Por ejemplo: charla de seguridad, capacitaciones).
- **No Agrega Valor:** Acciones y/o actividades que no contribuyen en nada al progreso del proyecto. En general son acciones que generan tiempos ociosos y/o ineficiencias en la gestión de las HH de una cuadrilla.

Al principio del período se determina el estado inicial de la obra respecto al avance que hasta ese momento llevan las partidas medidas mediante una ronda de observación general de la obra, y luego al término de esta.

El objetivo es obtener un estado final e inicial que pueda ser comparado para cuantificar el avance logrado durante el período de observación en terreno.

## **Análisis de Datos – Trabajo de Gabinete**

Los datos obtenidos de las mediciones son procesados para obtener los niveles de actividad observados durante el período en que se estuvo en terreno. La principal información obtenida corresponde a en qué tareas y actividades se distribuyen las Horas-Hombre (HH) que se tuvieron a disposición durante el período inspeccionado.

Además, se realiza un análisis específico sobre cuáles son las principales causas que generan ineficiencias y tiempos ociosos, tanto en forma general en la obra como en forma particular en cada cuadrilla.



**Observador registrando actividad, Obra Alto La Cruz, Baumax**



Al haber trabajado en 2 obras distintas, se deben asumir ciertos supuestos para que los indicadores confeccionados puedan ser comparables. A continuación se detalla cuales son los supuestos que se consideraron en la confección de los indicadores de este estudio:

- Se consideraron los procesos constructivos involucrados en la ejecución de la **obra gruesa** de las casas, en particular, los procesos que estaban entre la ejecución del radier y de la techumbre (sin considerar estos).
- Con el fin de establecer un criterio comparable nos basamos en la primicia de:
  - Se consideran todos los procesos previos a la entrega de los elementos para su terminación final, es decir, para la aplicación del revestimiento final (pintura, papel mural, cerámico o el que aplique).
- Como los modelos de casa eran distintos (diferente metraje) se homologaron bajo el siguiente criterio:
  - Los indicadores se normalizaron por los metros cuadrados de elemento según corresponda.
  - Indicadores asociados a elementos de muro de 1er y 2do piso, se estandarizaron a 70 m2.
  - Indicadores asociados a elementos de losa de entrepiso, se estandarizaron a 40 m2.
  - Por lo tanto, para la confección de los indicadores, se consideró un modelo de “casa tipo” de 70 m2 de elementos de elevación por piso y 40 m2 de elementos en planta.
- Para efectos del estudio, se consideraron solo tiempos efectivos excluyendo los tiempos ociosos asociados a problemas de gestión. Este supuesto no se considera en el análisis de productividad.

## **Antecedentes de las obras sujetas de análisis**

- Carta Gantt
- Presupuesto obra y Análisis de Precios Unitarios (APU)
- Planos de modelos de casa

## **Antecedentes de obras y fábricas**

- Rendimientos teóricos por sistema
- Historial de no conformidades registradas
- Producción mensual de planta (1° semestre 2018)
- Reporte de seguridad
- Estadísticas de Residuos y/o mermas de material
- Reporte de asistencia

**Adicionalmente, debido a que los registros de obra no cuentan con el nivel de detalle suficiente que permita realizar comparación justa, los antecedentes recabados fueron corroborados con:**

- Control de montaje (medición in-situ)
- Registro de rendimientos (medición in-situ)
- Entrevistas en profundidad a actores clave de la cadena

## Elementos sujetos de comparación:

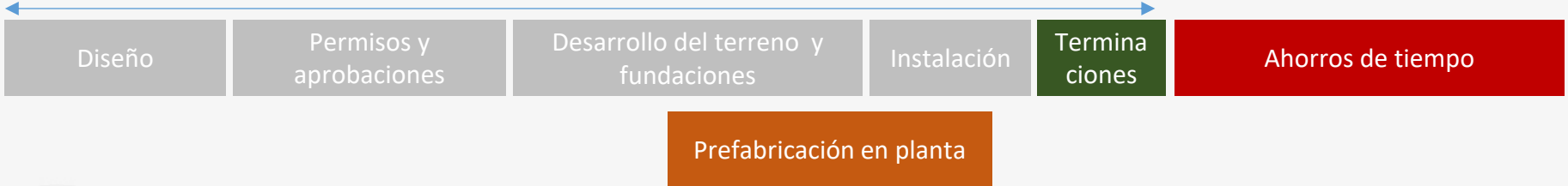
- Muros primer y segundo piso
- Entrepiso

## Condiciones de la comparación:

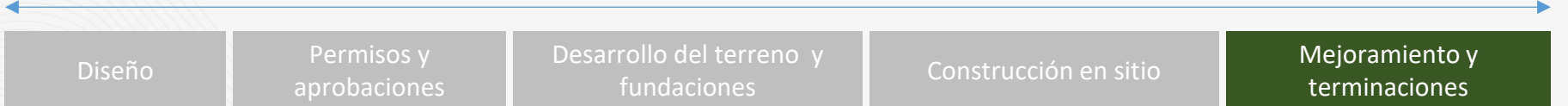
- Conjuntos habitacionales de similares características
  - Tamaño del desarrollo
  - Nivel socioeconómico al cual se apunta como producto
  - Desarrollo en extensión
- Vivienda
  - Aislada, 2 pisos
  - Metros cuadrados construidos de la unidad
- Elementos de similares características para medición y comparación
  - Se consideró que los elementos a comparar tuviesen igual nivel de terminación. Esto es, elemento listo para recibir terminación
  - Homologación de metraje para análisis
  - Se consideran sólo los tiempos de trabajo efectivo, incluidas esperas por faena húmeda

## Las principales promesas son el ahorro de tiempo y el control de procesos

### Proceso Construcción Industrializada

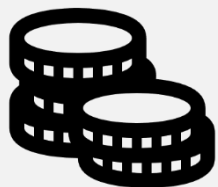


### Proceso Construcción Tradicional



- Ahorro de tiempo por prefabricación de elementos en planta
- Un mejor control de procesos impacta la varianza de tiempo, calidad y costo

Fuente: Elaboración propia en base a <http://modularconstructionsolutions.blogspot.com/2014/01/time-saving-tip-for-commercial.html>



## Ahorros de costo

Ahorros en costos de construcción por menor tiempo

5% - 10%



## Mayor seguridad

Menor número de personas en obra implica reducciones importantes en accidentes

De 4,7% a 3,5%



## Ahorros de plazo

Menor tiempo que la construcción tradicional

50% - 75%



## Calidad

Mejoras en calidad. Mejores controles de calidad y trazabilidad

Ahorro 1% CC



## Sustentabilidad

Optimización de recursos, minimización de residuos y reducción del impacto en el entorno

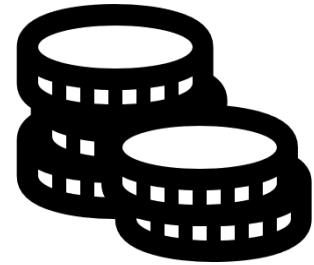
De 10% a 3%

Fuente: Elaboración propia en base a King and Milne , Buildoffsite UK, june 2013

1. **Costo:** cantidad de dinero que cuesta realizar la etapa de obra gruesa con un sistema industrializado comparado con el sistema tradicional.
2. **Seguridad:** comparación de la tasa de accidentabilidad y tasa de siniestralidad, cabe mencionar que estos datos fueron obtenidos por registros históricos proporcionados por las empresas.
3. **Tiempo:** tiempo cronológico efectivo o duración. No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación y/o problemas de gestión.
4. **Calidad:** Duración de aquellas acciones o procedimientos necesarios para llevar los elementos a una situación comparable. Dentro de los ajustes, las partidas más relevantes consideradas en la medición son coronación de muro de Albañilería y Enlucido (reparación + Estuco).
5. **Residuos:** material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo. El concepto se emplea como sinónimo de basura por hacer referencia a los desechos.

# Indicadores de Costos

El costo directo de la obra gruesa para una casa construida con elementos industrializados varía entre un 86% y 113% del costo directo de una obra tradicional



(\*) Comparación “casa tipo” construida con diferentes sistemas constructivos.



Comparación de la misma casa con diferente sistema constructivo, costo en obra, (obra gruesa).

PARTIDAS	BAUMAX	ALBAÑILERIA
ENFIERRADURA	12,61%	100%
MOLDAJES	0	100%
HORMIGONES	0	100%
BAUMAX CASA / ALBAÑILERIA	250,07%	100%
ESTUCOS / REVESTIMIENTO TÉRMICO	107,29%	100%
ENLUCIDOS Y YESOS	57,44%	100%
<b>CASA "GA" (110 m2)</b>	<b>113,42%</b>	<b>100%</b>

\*Dado que el hormigón no cumple con la normativa térmica, requiere aislación térmica adicional, esto hace que la partida "estuco – revestimiento térmico" tenga un mayor costo, restándole competitividad. Revestimiento térmico corresponde al 49,1% del total de la partida estuco.

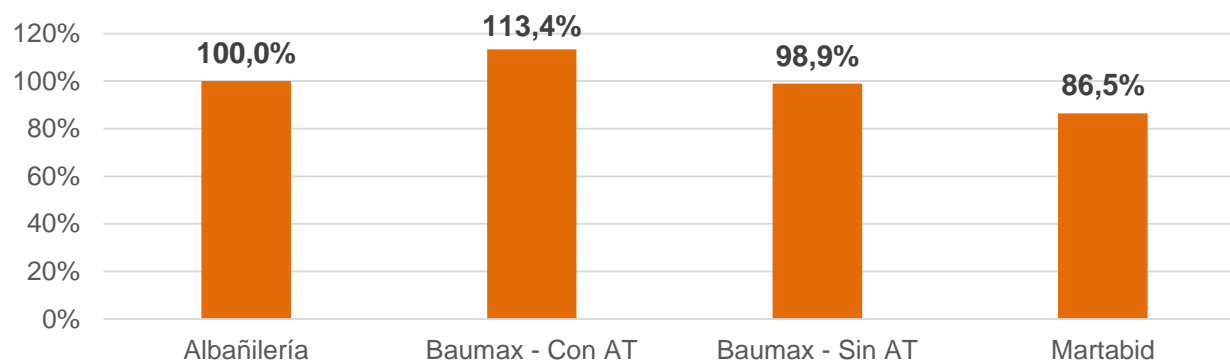
Sin considerar aislación térmica adicional en caso Baumax

PARTIDAS	BAUMAX	ALBAÑILERIA
ENFIERRADURA	12,61%	100%
MOLDAJES	0	100%
HORMIGONES	0	100%
BAUMAX CASA / ALBAÑILERIA	250,07%	100%
ESTUCOS / REVESTIMIENTO TÉRMICO	54,55%	100%
ENLUCIDOS Y YESOS	57,44%	100%
<b>CASA "GA" (110 m2)</b>	<b>98,93%</b>	<b>100%</b>

\*Dado que el hormigón no cumple con la normativa térmica, requiere aislación térmica adicional, esto hace que la partida "estuco – revestimiento térmico" tenga un mayor costo, restándole competitividad. Revestimiento térmico corresponde al 49,1% del total de la partida estuco .

Comparación en base al costo por m2

PARTIDAS	COMP. DE COSTOS
ALBAÑILERÍA	100,0 %
BAUMAX – Prefabricado en H.A. (Con aislación térmica)	113,4 %
BAUMAX – Prefabricado en H.A. (Sin aislación térmica)	98,9 %
MARTABID – Prefabricado en Madera	86,5 %

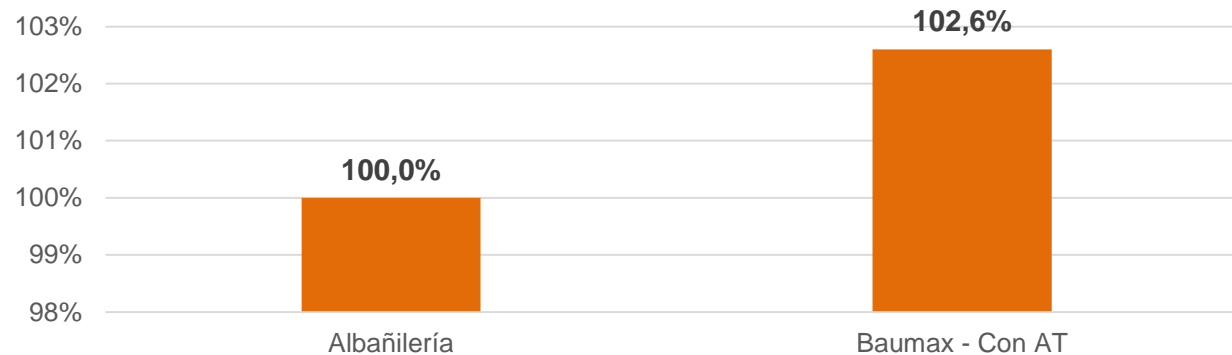


(\*) AT: Aislación Térmica.

- Los costos de la construcción de la etapa de Obra Gruesa con sistemas industrializados varía entre un 87%-113% dependiendo de la materialidad elegida respecto a los costos del sistema tradicional de albañilería. Al no considerar el mejoramiento por aislación térmica que se le debe adicionar a los elementos de hormigón armado, los sistemas industrializados reportan una reducción de costos de entre 1%-13,5% en comparación a la construcción tradicional con sistema de albañilería.
- Una vez finalizada la etapa de Obra Gruesa, los sistemas industrializados presentan un mayor nivel de terminación previa a la etapa de Terminaciones. En el caso de los elementos de hormigón armado: el enlucido final y regularidad de ambas caras permite una mejor aplicación de revestimientos y reducir la cantidad de enlucidos (estucos y yesos) en la etapa de Terminaciones. En el caso de los paneles de madera, estos ya vienen de fabrica con elementos de la etapa de Terminaciones incorporados, como puertas y ventanas.
- Una vez finalizada la etapa de Obra Gruesa, el mayor nivel de terminación que presentan los elementos industrializados, se podría traducir en una reducción de costos, plazos y partidas en la etapa de Terminaciones además de las implicancias positivas que se evidenciarían en la etapa de post venta y operación. Dado el alcance de este estudio no fue posible evidenciar estos beneficios de forma cuantitativa.

Costos de obra gruesa incluyendo potenciales ahorros en gastos generales ajustados a la duración efectiva, este considerado como tiempo cronológico sin incluir problemas de gestión.

PARTIDAS	COMP. DE COSTOS
ALBAÑILERÍA	100,0 %
BAUMAX – Prefabricado en H.A. (Con aislación térmica)	102,6 %



- Gastos generales para la obra Alto la Cruz se consideran un 30% del costo total de la casa sin incluir urbanización, es decir:
  - Costo obra gruesa.
  - Costo terminaciones.
  - Costo instalaciones.
  - Ajustes mano de obra.
- Ajustes de tiempo por duración efectiva en horas cronológicas.
  - 100% Sistema de construcción tradicional.
  - 69% Sistema de construcción industrializada Baumax.
- Ahorros en los costos de la construcción de la etapa de Obra Gruesa utilizando sistemas industrializados considerando gastos generales y duración efectiva, varían alrededor de un 10%.

# Indicadores de Seguridad

Tanto la tasa de accidentabilidad como la de siniestralidad son menores en obras de construcción industrializada vs tradicional



(\*) Comparación casa tipo GA construida en Alto la Cruz utilizando sistema Baumax y sistema albañilería.



- Tasa de siniestralidad:  $\frac{\text{Cantidad de días perdidos en el período}}{\text{Promedio de trabajadores en el período}} \times 100$
- Tasa de accidentabilidad:  $\frac{\text{Cantidad de accidentes en el período}}{\text{Promedio de trabajadores en el período}} \times 100$

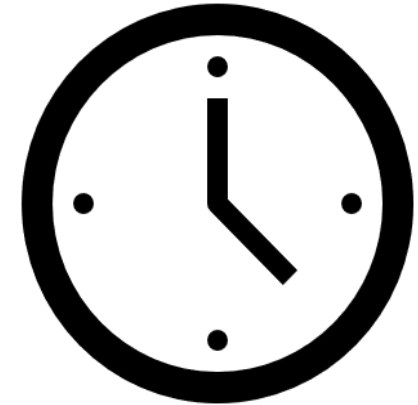
- Dado el tiempo que se tuvo presencia en obra, no fue factible detectar todos los accidentes, es por esto que se recurrió a antecedentes proporcionados por las mismas empresas.
- Tasa de accidentabilidad disminuye por varios factores:
  - Especialización de la mano de obra.
  - Cantidad de personas trabajando en obra.
  - Tiempo de trabajos en altura.

Proyecto	Tasa Accidentabilidad Acum.	Tasa Siniestralidad Acum.	Accidentes Acum.	Días Perdidos Acum.
Baumax	4,60%	73,61%	2	32
Baumax	9,65%	308,80%	5	160
Albañilería	15,65%	1918,35%	5	613
Albañilería	5,79%	167,91%	3	87

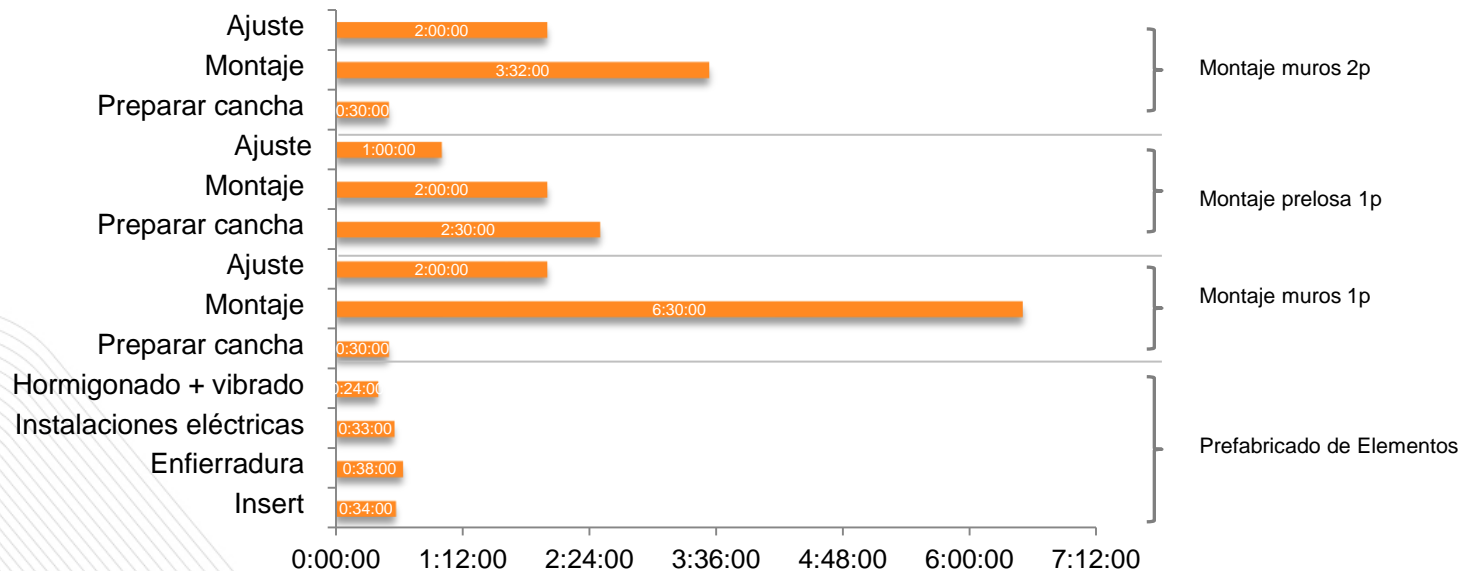
Tabla basada en información correspondiente a obra Estancia Liray, proporcionada por encargado prevención de riesgo Inmobiliaria Manquehue.

# Indicadores de Tiempo

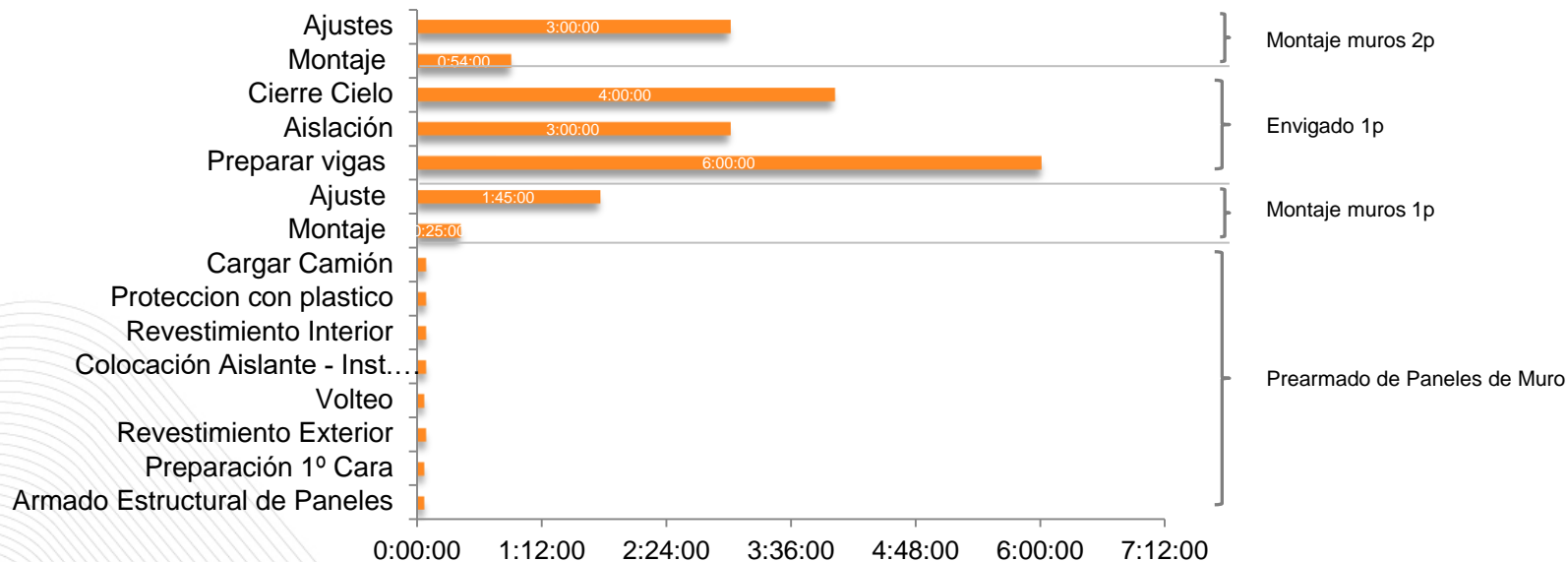
Obra gruesa construida con elementos industrializados toma entre un 24% y 69% del tiempo requerido por una construcción tradicional

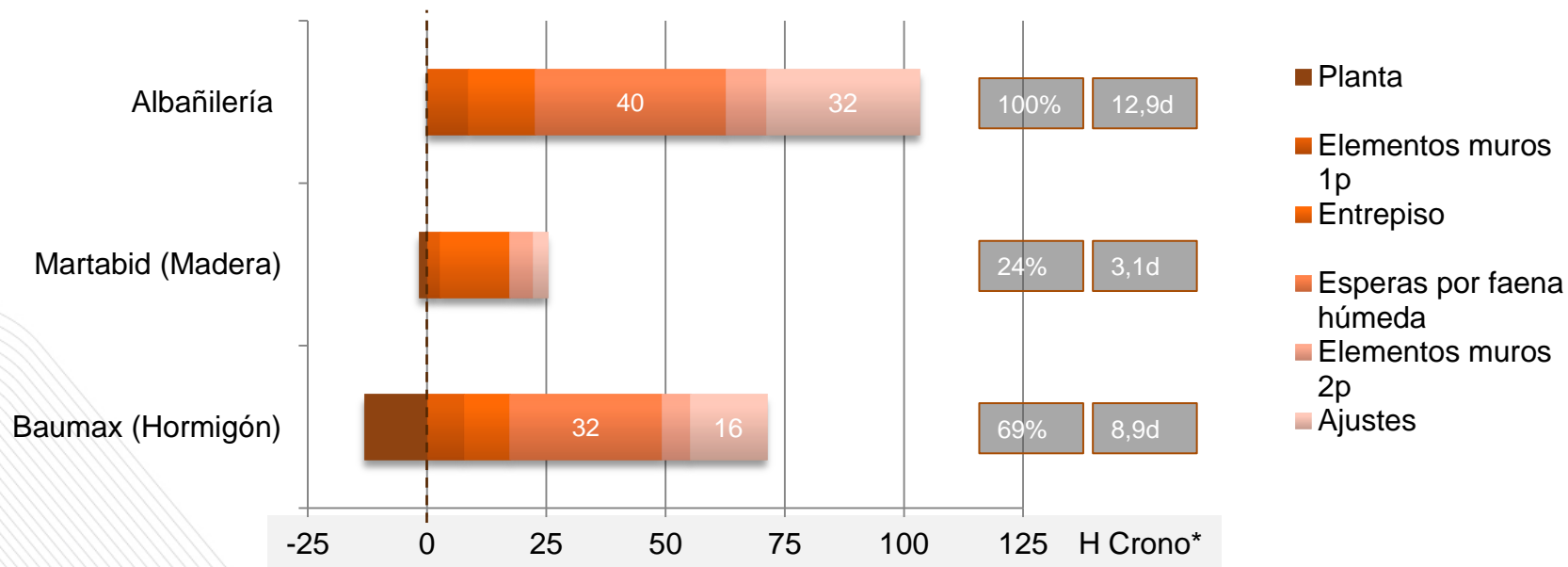


## Baumax– Duración efectiva



## Martabid – Duración efectiva

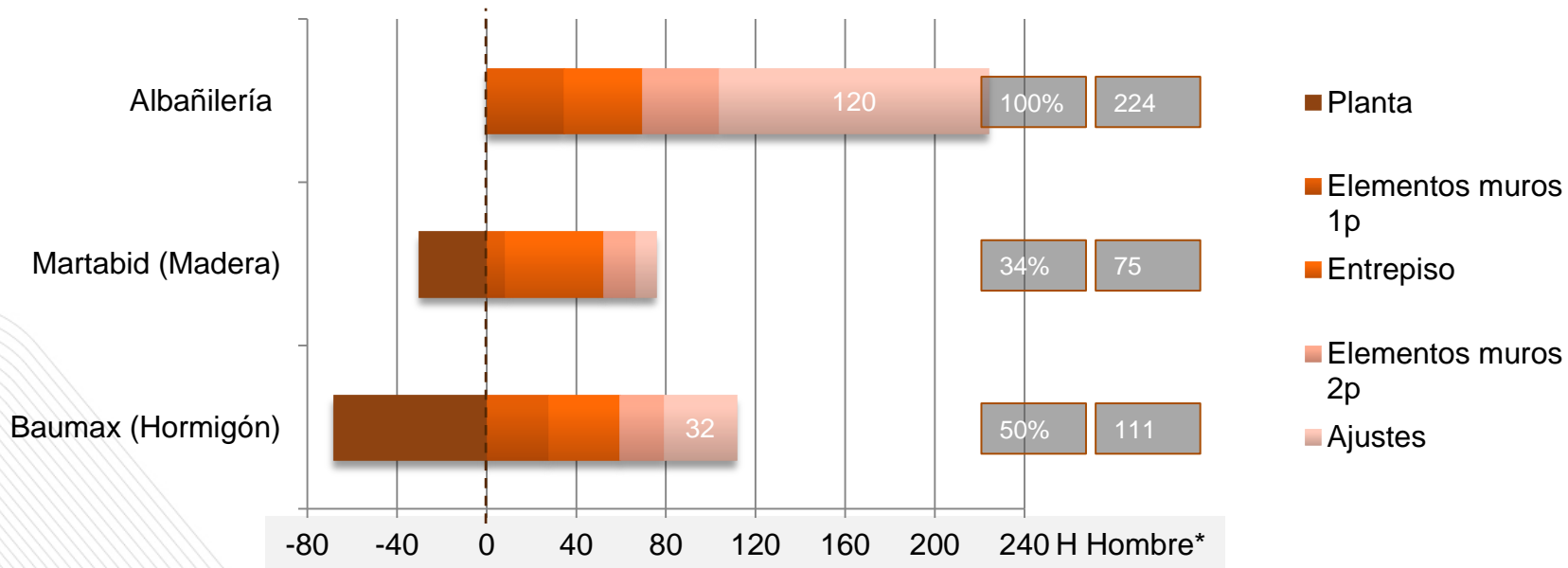




(\*) La comparación considera tiempo cronológico efectivo, incluido los tiempos asociados a faena húmeda. No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación y/o problemas de gestión.

- Obra gruesa construida con elementos industrializados toma entre un 24% y un 69% del tiempo efectivo requerido por una construcción tradicional.
- Considerando una jornada de 8 horas laborales, una casa construida con un sistema tradicional de albañilería toma 13 días aprox. La misma casa construida con sistema prefabricado se puede llegar a demorar entre 9 y 3 días aprox.
- Se podría capitalizar un ahorro en el plazo entre 76% y 31% del plazo requerido para una construcción tradicional.
- La mayor cantidad de ahorros en el plazo está asociado a los tiempos que se tienen que considerar para realizar ajustes de los elementos. En el caso de la obra tradicional se invierte una gran cantidad de tiempo, específicamente 4 días aprox., en realizar estos ajuste. Con los sistemas prefabricados el tiempo que se invierte en ajustes es sustancialmente menor, entre 2 días y ½ día aprox., esto se debe a que se tiene un mejor control de la calidad de los elementos al ser fabricados en una planta, en donde se pueden controlar varias variables que finalmente inciden en la calidad del producto terminado, como por ejemplo factores climáticos, sistematización de procesos, especialización de la mano de obra, entre otros.
- Otro ahorro importante en el plazo esta asociado al tiempo de espera por faenas húmedas. Con el sistema prefabricado en hormigón se logran reducir estas esperas en 1 día aprox. debido a que se ejecuta una menor cantidad de faenas húmedas que en el caso de la obra tradicional. Con el sistema prefabricado en madera se logran reducir todas estas esperas, ya que no se requieren de este tipo de faenas.

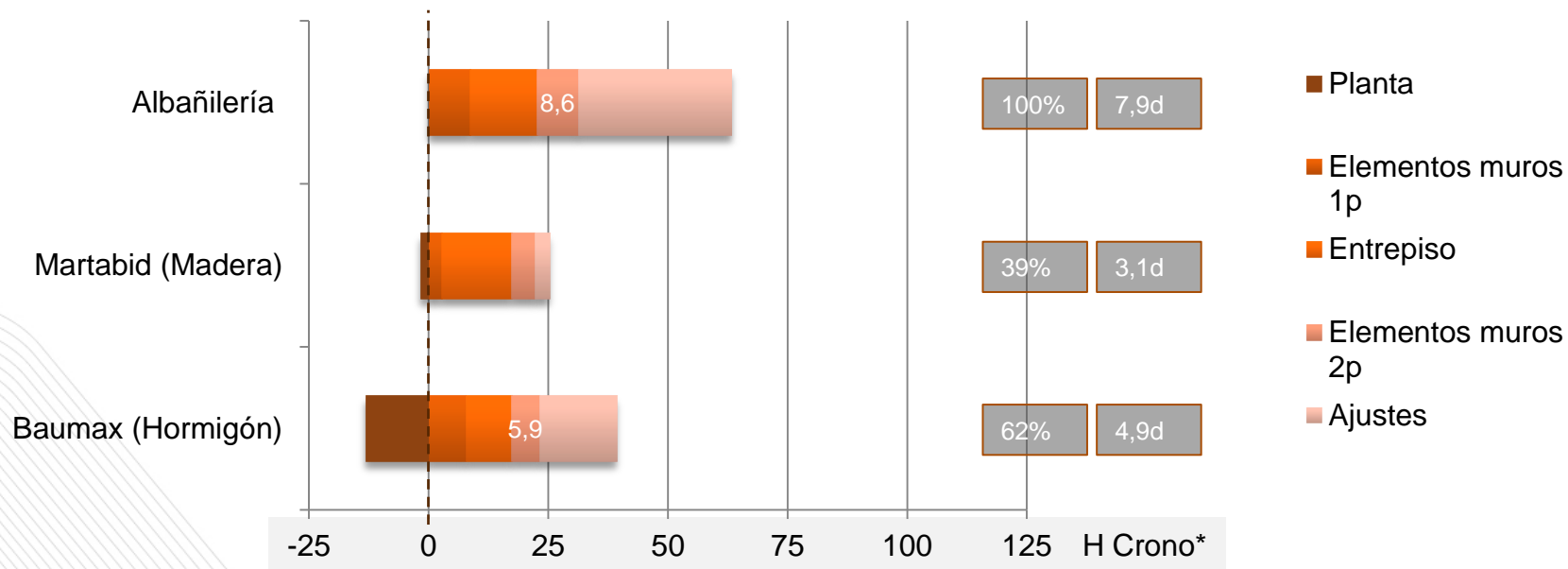




(\*) La comparación considera horas hombre efectivas.

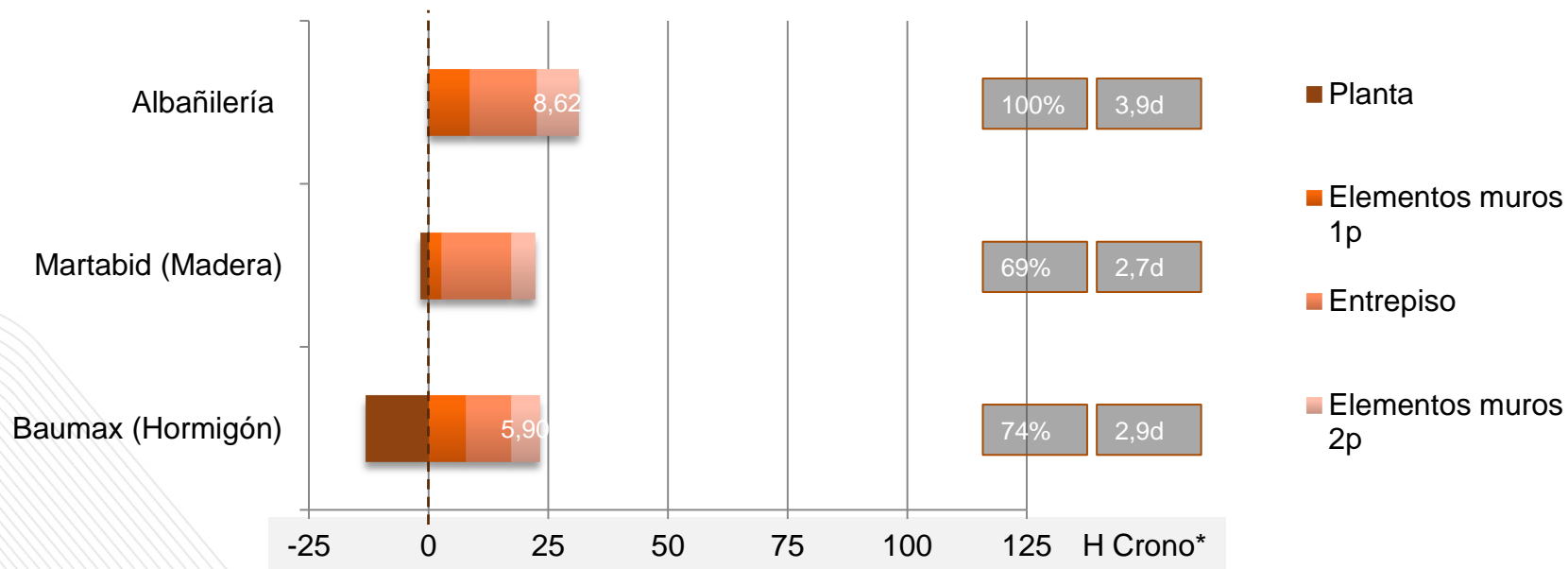
No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación ni aquellos perdidos por fallas de gestión.

- Comparando las horas-hombre (HH) involucradas en los procesos de cada sistema se tiene que la Albañilería requiere de 224 HH, el sistema de prefabricado en madera requiere de un 34% de las HH que se requieren con el sistema tradicional y con el prefabricado en HA se requiere de un 50% de las HH requeridas por el sistema tradicional.
- Desde el punto de vista de las HH involucradas sólo en obra, es decir, sólo los recursos que compromete la constructora; se tiene que, para ejecutar la misma cantidad de elementos de muro y losa (homologado a 70 m2 de elementos de muro por piso y 40 m2 de elementos de losa), el sistema de prefabricado en madera utiliza un 66% menos de las HH requeridas con el sistema tradicional y el sistema de prefabricado en HA utiliza el 50% menos que el sistema tradicional.
- Se observa que el ahorro más importantes en HH involucradas está relacionado con los procedimientos de “Ajustes”. El sistema tradicional requiere de 4 veces más HH que el sistema de prefabricado en HA para realizar estos ajustes y obtener el mismo nivel de calidad de sus elementos de muro y losa (recibidos para realizar terminación).



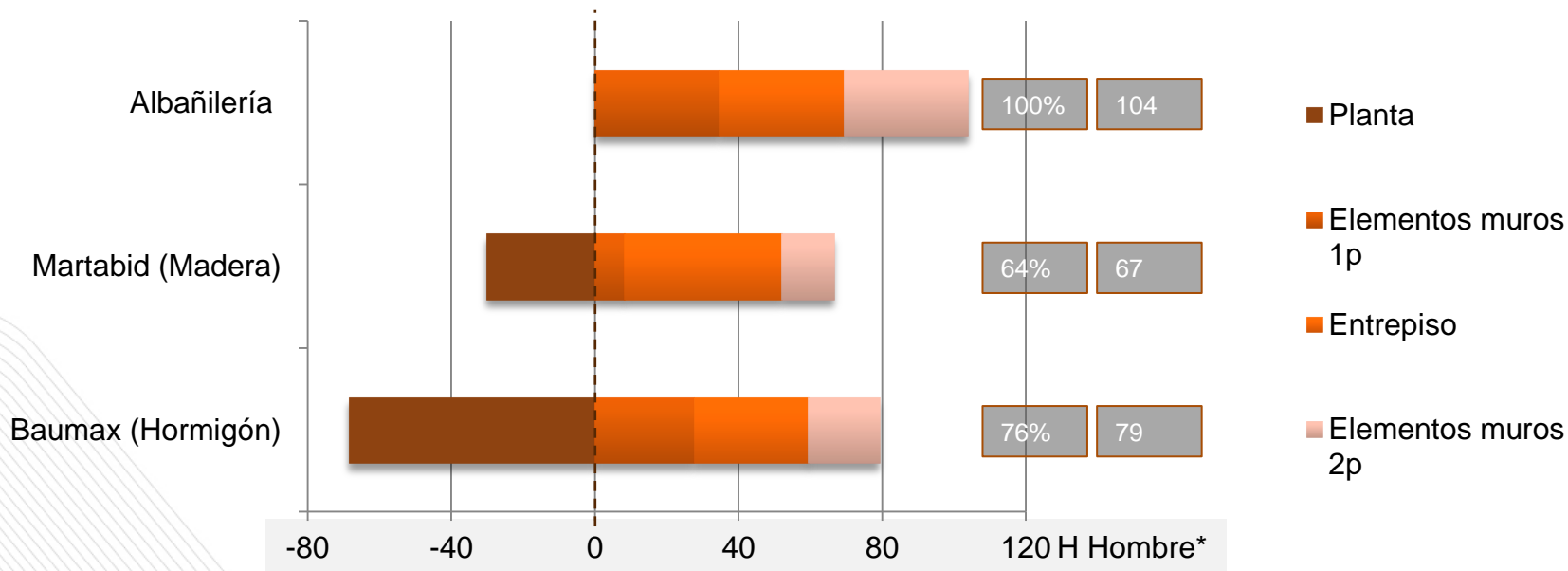
(\*) La comparación considera tiempo cronológico efectivo, sin incluir los tiempos asociados a faena húmeda. No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación.

- Excluyendo del análisis los tiempos efectivos por secado de la faena húmeda, el sistema tradicional requiere de 8 jornadas laborales aprox. (8 horas diarias), por su parte el sistema prefabricado en madera requiere de 3 días aprox. y el prefabricado en HA requiere de 5 días aprox. (Vivienda homologada a 70 m<sup>2</sup> de elementos de muro por piso y 40 m<sup>2</sup> de elementos de losa).
- Sin considerar las esperas por secado de faena húmeda, la obra gruesa de una vivienda toma entre un 39% y 62% del tiempo efectivo requerido por una construcción con sistema tradicional.
- Se podría capitalizar un ahorro en el plazo de entre 61% y 38% del plazo requerido para una construcción tradicional.
- Nuevamente se observa que los tiempos asociados a procedimientos de ajustes son muy relevantes en el proceso constructivo.



(\*) La comparación considera tiempo cronológico efectivo, sin incluir los tiempos asociados a faena húmeda y ajustes por calidad. No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación.

- Excluyendo del análisis los tiempos efectivos por secado de la faena húmeda y los ajustes, que se deben realizar a los elementos para lograr un mismo nivel de calidad previo a la terminación final, el sistema tradicional requiere de 4 jornadas laborales aprox. (8 horas diarias), por su parte tanto el sistema prefabricado en madera como prefabricado en HA requiere de un poco menos de 3 días aprox. (Vivienda homologada a 70 m2 de elementos de muro por piso y 40 m2 de elementos de losa).
- Sin considerar las esperas por secado de faena húmeda ni los ajustes, la obra gruesa de una vivienda toma entre un 69% y 74% del tiempo efectivo requerido por una construcción con sistema tradicional.
- Se podría capitalizar un ahorro en el plazo de entre 31% y 26% del plazo requerido para una construcción tradicional. Esto es solo considerando mejores procesos de construcción.



(\*) La comparación considera horas hombre efectivas, sin incluir el tiempo de ajustes por calidad. No se consideran los tiempos no trabajados por decisiones de programación ni aquellos perdidos por fallas de gestión.

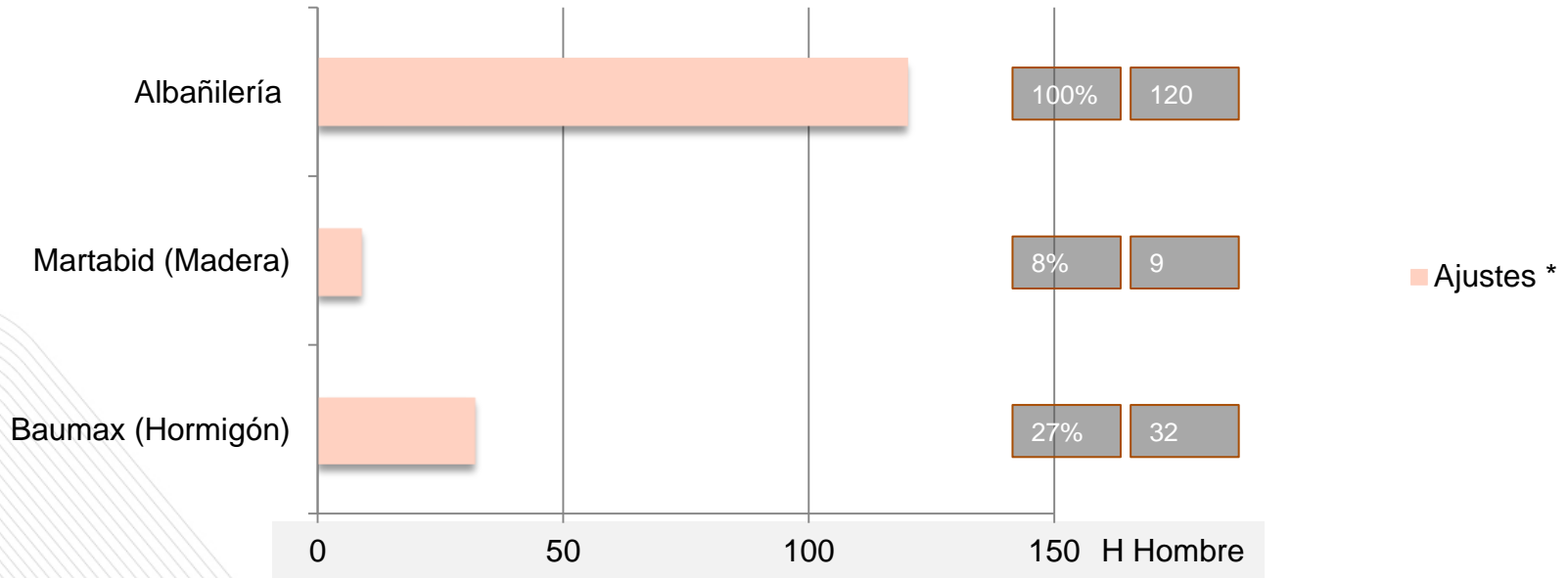
- Comparando las horas-hombre (HH) involucradas en los procesos, sin incluir HH asociados a ajustes por calidad, se tiene que la Albañilería requiere de 104 HH, el sistema de prefabricado en madera requiere de un 64% de las HH que se requieren con el sistema tradicional y con el prefabricado en HA se requiere de un 76% de las HH requeridas por el sistema tradicional.
- Excluyendo del análisis los ajustes por calidad, el sistema tradicional requiere de 104 HH, el sistema de prefabricado en madera requiere de 67 HH y con el prefabricado en HA se requiere 79 HH.
- Se podría capitalizar un ahorro en HH entre 36% y 24% de las HH invertidas en una construcción tradicional.



# Indicadores de Calidad

Obra gruesa construida con elementos industrializados utiliza el 8% y 27% de las HH requeridas por una construcción tradicional para obtener un nivel de terminación homologable.





(\*) Los ajustes son aquellas acciones o procedimientos necesarios para llevar los elementos a una situación comparable.

- Los ajustes son aquellas acciones o procedimientos necesarios para llevar los elementos a una situación comparable. Dentro de los ajustes, las partidas más relevantes consideradas en la medición son coronación de muro de Albañilería y Enlucido (reparación + Estuco).
- No conformidades registradas por encargados de calidad no permiten comparación justa.
- Ajustes necesarios para llevar a igual nivel de terminación sistemas industrializados respecto de tradicionales requiere entre un 8% y un 27% de las horas hombre utilizadas.
- Se podría capitalizar un ahorro en HH entre un 92% y 73% de las HH invertidas en la construcción tradicional.

# Indicadores de Residuos

Obra gruesa construida con sistema tradicional produce entre 3 y 3,5 veces más residuos que aquella construida con elementos industrializados



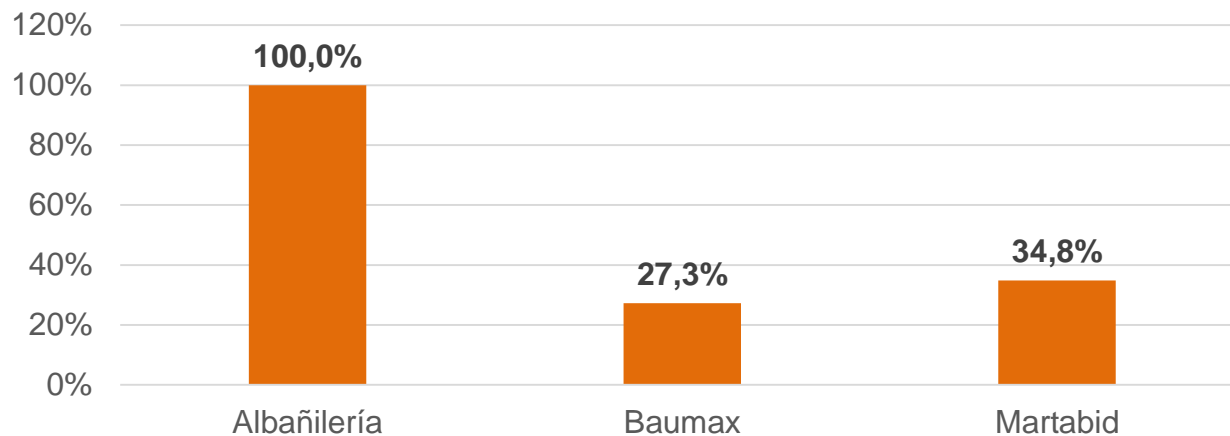
(\*) Comparación casa tipo GA construida en Alto la Cruz utilizando sistema Baumax y sistema albañilería.

RESIDUOS	Albañilería	RESIDUOS	Baumax	RESIDUOS	Martabid
Ladrillos	1,36 M <sup>3</sup>	Protección de Vanos	0,56 M <sup>3</sup>	Listones	0,12 M <sup>3</sup>
Mortero	0,39 M <sup>3</sup>	Placas Fenólicas	0,26 M <sup>3</sup>	Plásticos	0,06 M <sup>3</sup>
Placas Fenólicas y Listones	1,35 M <sup>3</sup>	Protección fierros unión Muro-Lo	0,22 M <sup>3</sup>	Vigas de Entrepiso	1,00 M <sup>3</sup>
Hormigón	1,04 M <sup>3</sup>	Viguetas (de Hormigón)	0,07 M <sup>3</sup>		
Estucos	1,25 M <sup>3</sup>	Hormigonado	0,37 M <sup>3</sup>		

<b>CASA "GA" (110 m<sup>2</sup>)</b>	5,38 M <sup>3</sup>	<b>CASA "GA" (110 m<sup>2</sup>)</b>	1,47 M <sup>3</sup>	<b>CASA MAULE (70 m<sup>2</sup>)</b>	1,17 M <sup>3</sup>
<b>Residuos Homologados*</b>	5,38 M <sup>3</sup>	<b>Residuos Homologados*</b>	1,47 M <sup>3</sup>	<b>Residuos Homologados*</b>	1,87 M <sup>3</sup>
	100%		27%		35%

\* Cantidad de residuos homologados a una casa de 110 metros cuadrados (Modelo GA)

PARTIDAS	COMP. DE RESIDUOS
ALBAÑILERÍA	100,0 %
BAUMAX	27,3 %
MARTABID	34,8 %

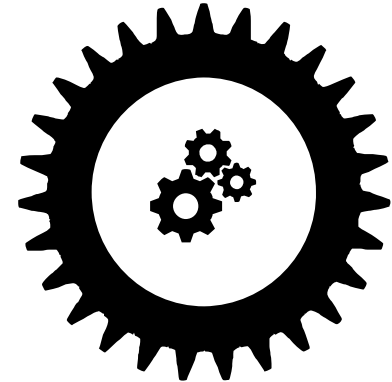




- En la etapa de Obra Gruesa de la construcción de las casas objeto de estudio, se observó que con el sistema tradicional de albañilería se generaron del orden de 4,5 a 3,5 veces más de desechos en obra. Dado que el tamaño de las casas de los dos proyectos no tenían el mismo metraje, se determinó homologar la cantidad de desechos por la cantidad de metros cuadrados edificados. Se concluye que el sistema tradicional de construcción genera del orden de 3,5 a 3 veces más residuos que los sistemas industrializados.
- La menor cantidad de residuos de los sistemas industrializados se puede explicar por distintos factores. En primer lugar, se eliminan partidas que por su naturaleza generan una enorme cantidad de residuos, como la partida de moldajes, que utiliza listones y placas fenólicas de madera que tienen un máximo de 3 usos, y la partida de estucos, que en la aplicación se pierde una gran cantidad de material. Además, dependiendo la materialidad del caso, se reduce o elimina la cantidad de hormigón colocado en obra. Finalmente hay que resaltar que, en el caso de la albañilería, se pierde mucho material en el proceso de colocación de ladrillos; en el caso de los sistemas industrializados se tiene que prácticamente todo el material incorporado en los paneles que se montan es aprovechado.
- Otro aspecto relevante es que los sistemas industrializados aun tienen oportunidad de mejorar algunos aspectos relacionado a este tema pudiendo reducir aun más la cantidad de residuos que generan en obra. En cambio, en el caso de la construcción tradicional, no se observa que se puedan lograr reducciones tan significativas como para alcanzar las cantidades de residuos que generan los sistemas industrializados.

# Productividad

Obra Gruesa construida con sistemas industrializados lograron rendimientos entre un 148% y 227% del rendimiento obtenido con el sistema tradicional.



(\*) Comparación casa tipo GA construida en Alto la Cruz utilizando sistema Baumax y sistema albañilería.



1. Se realizaron mediciones de productividad, en la obra Alto la Cruz de la Inmobiliaria Manquehue, ubicada en la comuna de Padre Hurtado. Se le realizó el seguimiento a las siguientes partidas:

- Montaje de Muros (**Baumax**)
- Albañilería
- Enfierradura\*
- Instalaciones Eléctricas\*
- Carpinteros

*\*Para ambos sistemas*

- Además se realiza el seguimiento de la actividad de la Grúa.
2. El proceso de recolección de datos consideró 9 jornadas, desde el 06/06 al 15/06 y desde 17/07 al 18/07. El día 11/06 no se trabajó en la obra debido a problemas climáticos, llovió y por parte de la administración de la obra no se autorizaron trabajos por motivos de condiciones de seguridad.
  3. Durante la recolección de datos se midieron 734,2 HH.
  4. Estado de Avance al iniciar las mediciones:
    - Obra Gruesa de Etapa 1 y 2



1. Se viajó a la obra Parque Torreones 5 de la Empresa **Martabid**, ubicada en la ciudad de Valdivia.
2. Estado de Avance de la obra:
  - Movimiento de Tierras en manzana A.
  - Obra Gruesa terminada en algunas manzanas (50%).
  - Obra Gruesa en construcción de algunas manzanas (50%).
  - Iniciando Terminaciones en manzana A.
3. Se tuvo presencia en obra durante el período comprendido entre los días 23/07 al 27/07 y un segundo período del 22/08 al 24/08.
4. Debido a problemas en la coordinación de los trabajos de la obra por parte de la administración de obra, el proceso de recolección de datos de las faenas que resultaban de interés para el estudio no se pudieron realizar durante el primer período que se tuvo presencia en obra. Se pudieron realizar las mediciones en el segundo período en que se tuvo presencia en obra.
5. Un aspecto importante a destacar es que durante el período en que se visitó la obra, se cambió al administrador de obra en 2 ocasiones, repercutiendo en los resultados de productividad obtenidos.
6. Durante la recolección de datos se midieron 320,3 HH.

Resultados del análisis de datos recolectados en obra.

	BAUMAX	ALBAÑILERÍA	MARTABID	TOTAL*
	HH	HH	HH	HH
<b>AG</b>	200,3	240,9	71,0	512,2
<b>Sop</b>	64,5	89,9	19,0	173,4
<b>NAV</b>	-81,6	-57,0	-37,3	-175,8
<b>HH med.</b>	346,3	387,8	127,3	861,4

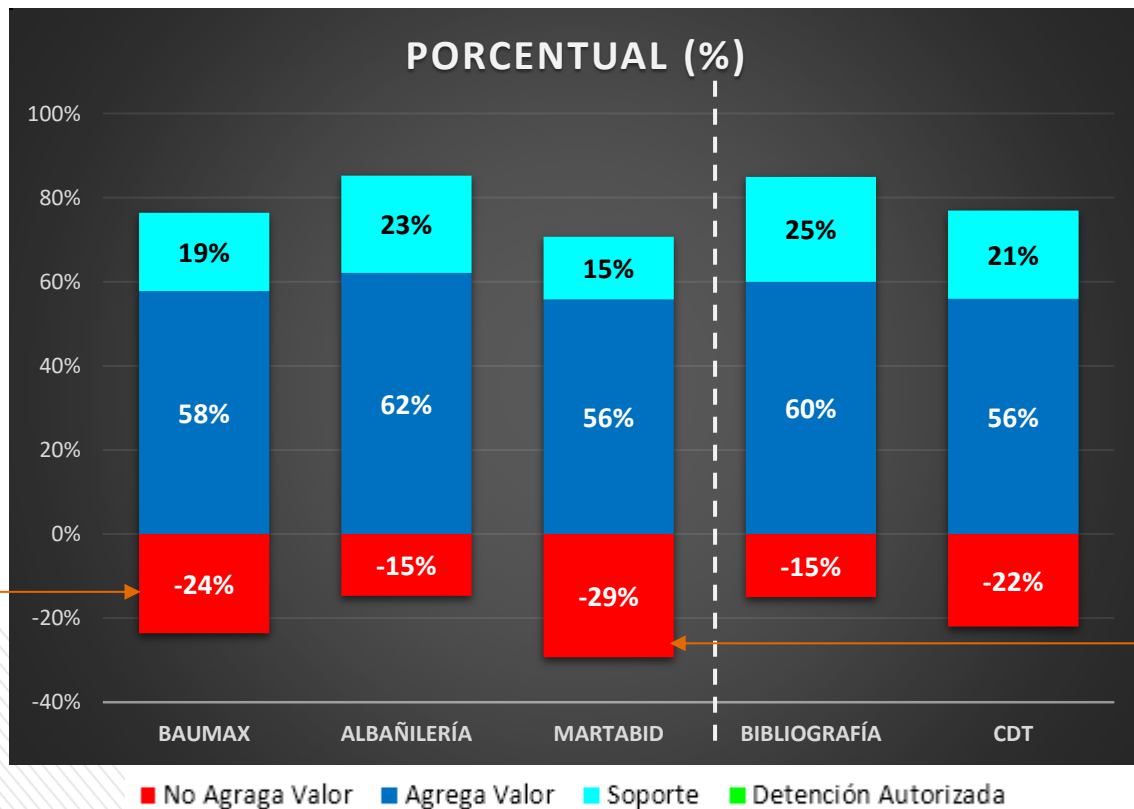
(\*) Valores Totales, se incluyen todas las HH medidas en los ciclos de medición realizados para el presente estudio.

	BAUMAX	ALBAÑILERÍA	MARTABID	BIBLIOGRAFÍA*	CDT**
	%	%	%	%	%
<b>AG</b>	58%	62%	56%	60%	56%
<b>Sop</b>	19%	23%	15%	25%	21%
<b>NAV</b>	-24%	-15%	-29%	-15%	-22%

(\*) Valores “BIBLIOGRAFÍA”, en base a Alfredo Serpell B. (2002). “Administración de Operaciones de Construcción”.

(\*\*) Valores “CDT”, en base a estudio CDT (2017). “Informe Final: Efectos de la Integración temprana de la Cadena de Valor, en la Productividad de los proyectos de Construcción”.

Resultados del análisis de datos recolectados en obra.



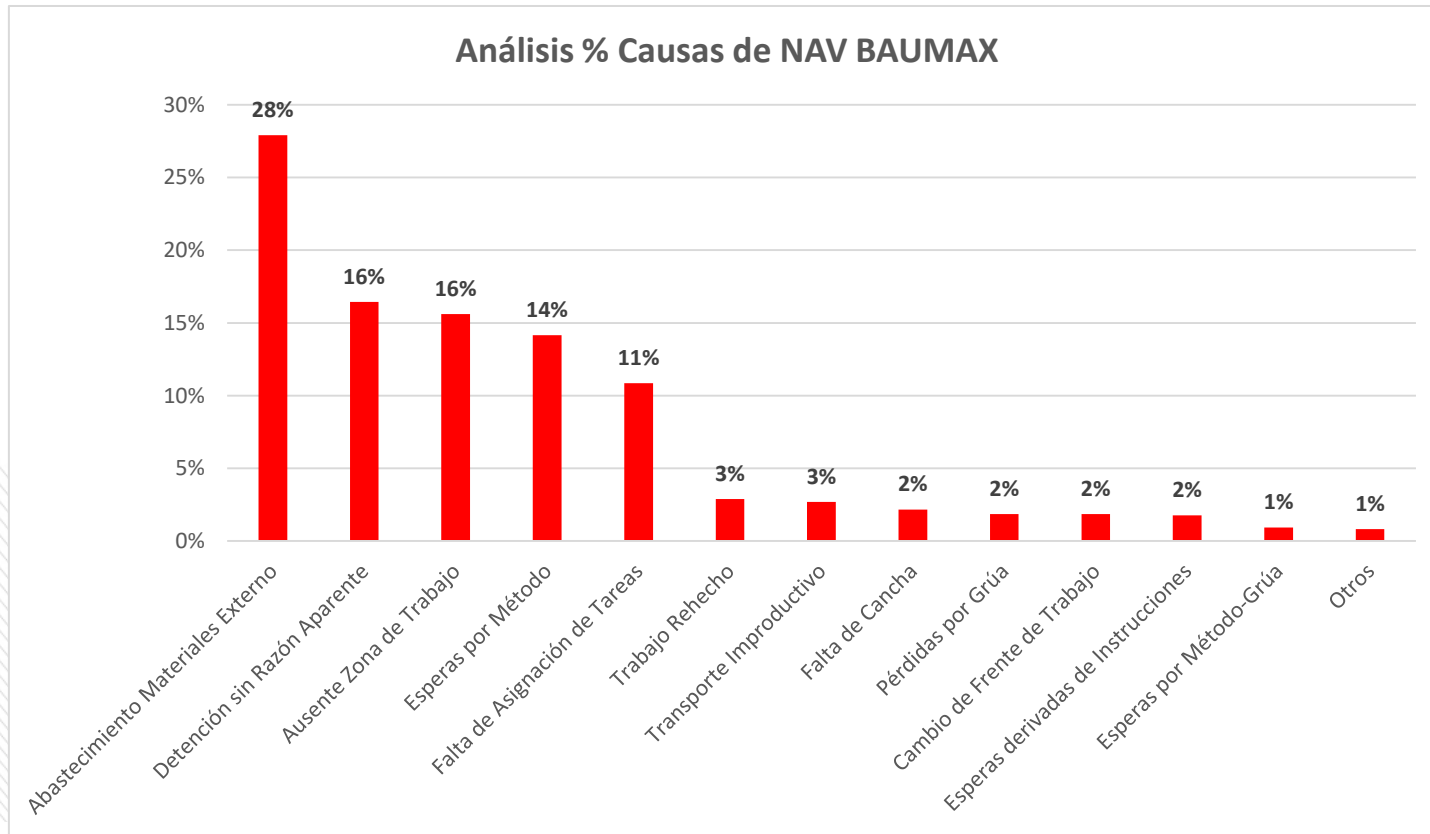
Oportunidad

Oportunidad

- Los niveles de actividad de la columna “Bibliografía” se obtuvieron de Alfredo Serpell B. (2002): “Administración de Operaciones de Construcción”. Los niveles de actividad de la columna “CDT” se obtuvieron del estudio CDT (2017): “Informe Final: Efectos de la Integración temprana de la Cadena de Valor, en la Productividad de los proyectos de Construcción”.
- Los sistemas industrializados presentan un nivel similar de actividades que agregan valor en comparación al sistema tradicional. Varían entre un 56%-58% para los sistemas industrializados comparado con un 62% de la albañilería. Estos niveles de actividades que agregan valor son muy similares a los datos de benchmarking, tanto para el valor obtenido de la bibliografía como del estudio realizado por CDT para obras de vivienda en extensión.
- Los sistemas industrializados requieren de menor cantidad de actividades de apoyo, entre un 15% y 19%, menor a los niveles de benchmarking. En cambio, el sistema tradicional requiere de más actividades de soporte, se observó un 23%, éste valor es similar al obtenido a partir de la bibliografía y considerando el año de publicación se puede considerar como el nivel aceptable para operaciones con sistemas tradicionales.
- Los sistemas industrializados presentaron niveles de ineficiencias mayores a los del sistema tradicional, 24% para sist. industrializado en hormigón armado y 29% para sist. industrializado en madera. No así con el sistema tradicional, que se observó un nivel del 15%, lo que se considera aceptable en base a la bibliografía (15%). Es más, los niveles de ineficiencia observados para los sistemas industrializados son mayores a los declarados en el informe de la CDT para obras de edificación en extensión.
- A pesar de los altos niveles de ineficiencias, los sistemas industrializados tienen mucho espacio para mejorar sus procesos. No así el sistema tradicional de albañilería.

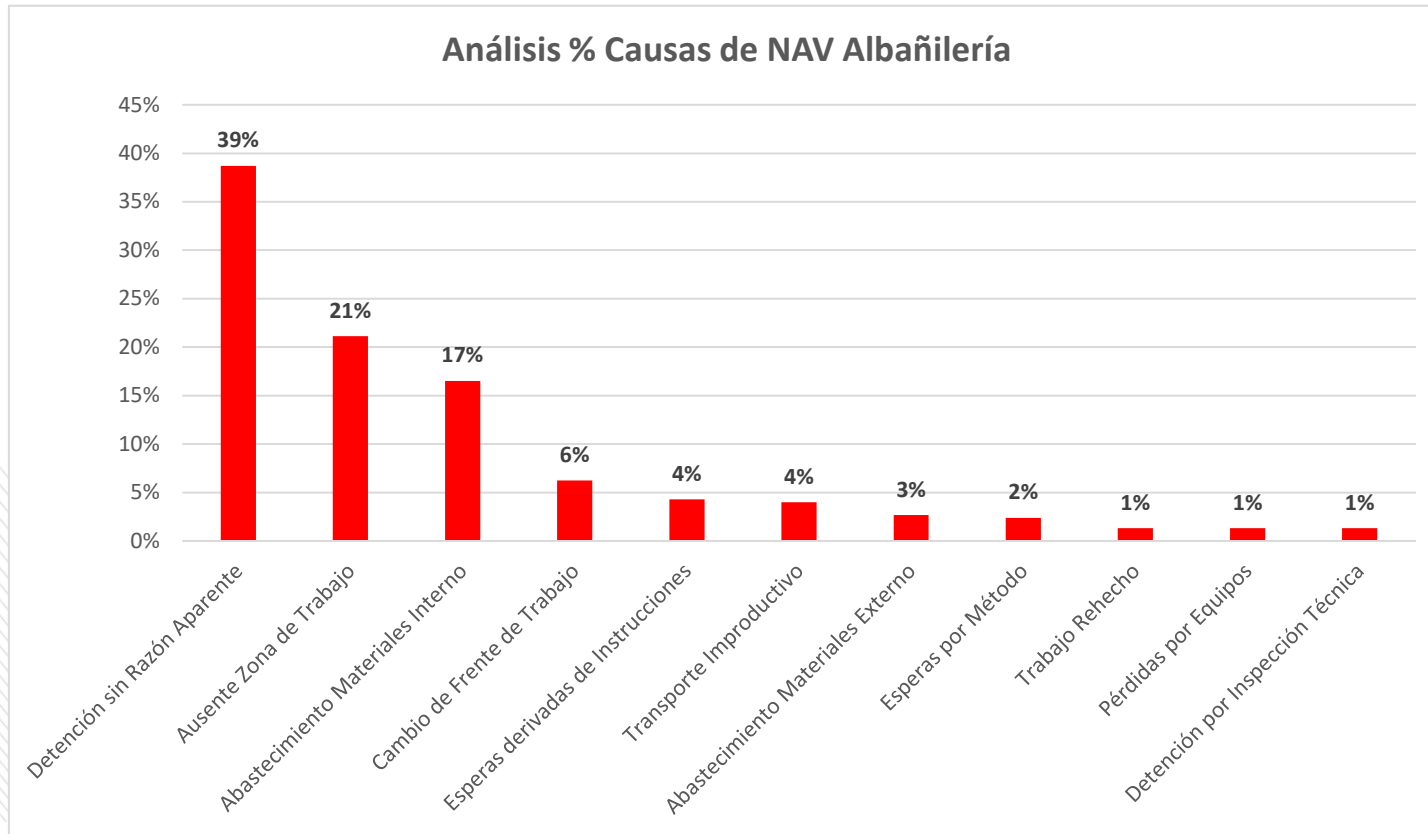


Resultados del análisis de datos recolectados en obra.



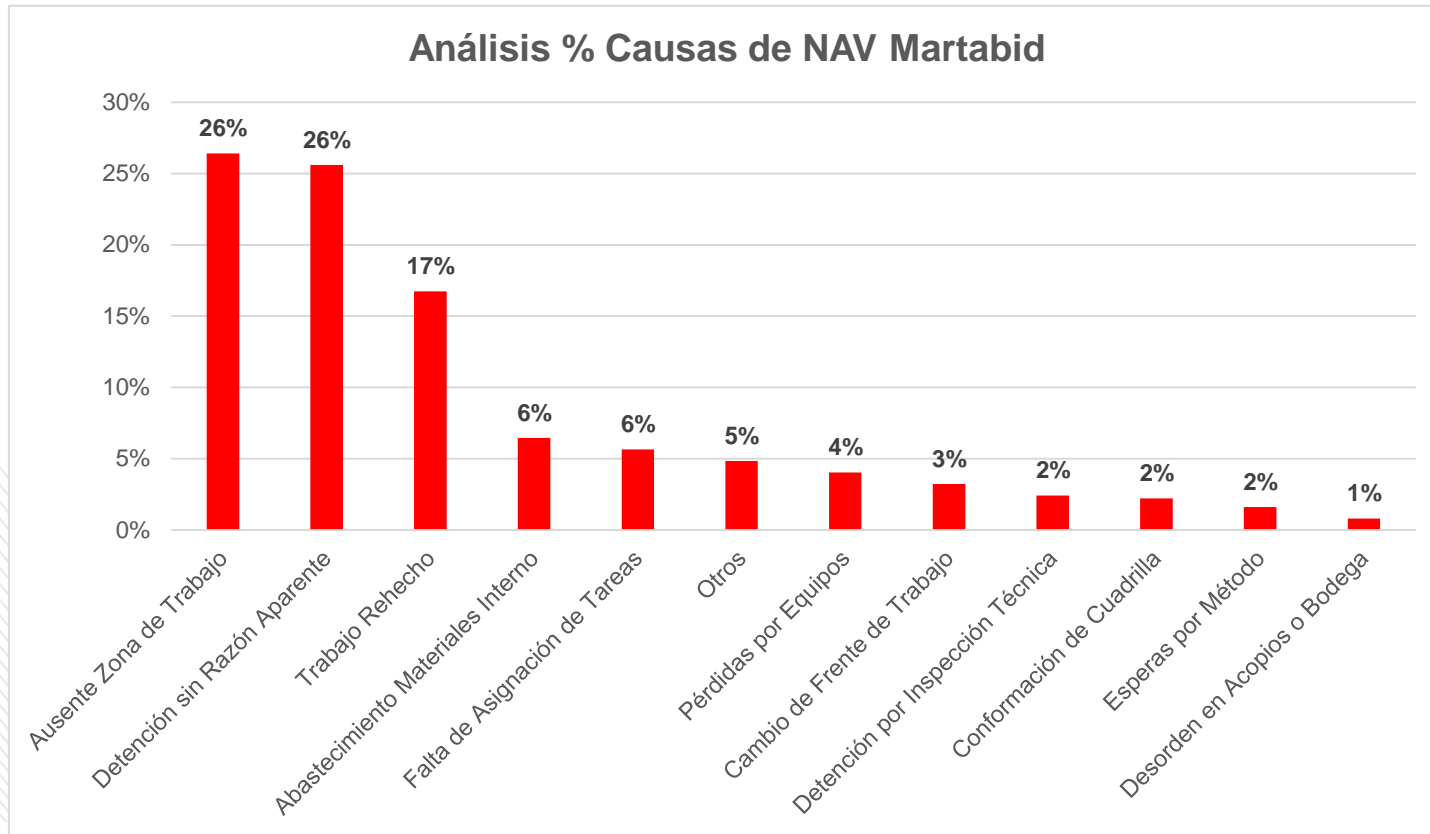
■ No Agraga Valor

Resultados del análisis de datos recolectados en obra.



■ No Agraga Valor

Resultados del análisis de datos recolectados en obra.



■ No Agraga Valor

- Las principales causas de las ineficiencias en obra del sistema industrializado en hormigón armado se explican principalmente por problemas de coordinación y logística, ya que durante el período de medición se observó que faltaban en obra materiales para la ejecución de los montajes, la responsabilidad del abastecimiento de estos materiales era de la misma empresa encargada de los montajes. Además, no se cumplían los compromisos de plazos establecidos en la programación, ya que presentaron problemas para dar cumplimiento a la secuencia de trabajo por factores como: rechazo por parte del área de calidad de la obra y descoordinación en el despacho de paneles y materiales.
- Las principales causas de las ineficiencias en obra del sistema tradicional de albañilería se explica por factores inherentes a la naturaleza humana, ya que los trabajadores se toman descansos o necesitan ir al baño durante la jornada laboral. El nivel de ineficiencia observado es prácticamente igual al de la bibliografía en donde se apunta a estos factores.
- Las principales causas de las ineficiencias en obra del sistema industrializado en madera están asociadas a falta de supervisión, planificación y a la claridad en las actividades que desarrollaran los trabajadores. Durante el período de medición no se observó una clara secuencia de trabajo y tampoco se observó especificación de procesos por parte de las cuadrillas, es más, se asignaban las tareas a realizar durante el día dadas las urgencias que se tuvieran y no por el seguimiento de un programa preestablecido. Además, se observó que los trabajadores se tomaban muchos tiempos ociosos por la falta de presencia de supervisión en terreno. Todo esto se puede explicar, en parte, a la rotación en el cargo de administrador de obra, lo que sucedió en 2 ocasiones durante el período que abarco las visitas realizadas a obra.

**RESUMEN RENDIMIENTOS**  
**EMPRESA: Inmobiliaria MANQUEHUE**  
**OBRA: ALTO LA CRUZ**

PARTIDA	HH med.	Av. Real	RENDIMIENTO
Baumax (Muro P1)	114,9	360,5 m2	3,14 m2/HH
Baumax (Muro P2)	64,0	206,0 m2	3,22 m2/HH
Baumax (Combinado)	178,9	566,5 m2	3,17 m2/HH
Baumax (Prelosa)	70,5	446,4 m2	6,33 m2/HH
Enfierradura	11,17	368,7 kg	33,01 kg/HH
Hormigón Sobrelosa	10,5	4,03 m3	0,38 m3/HH

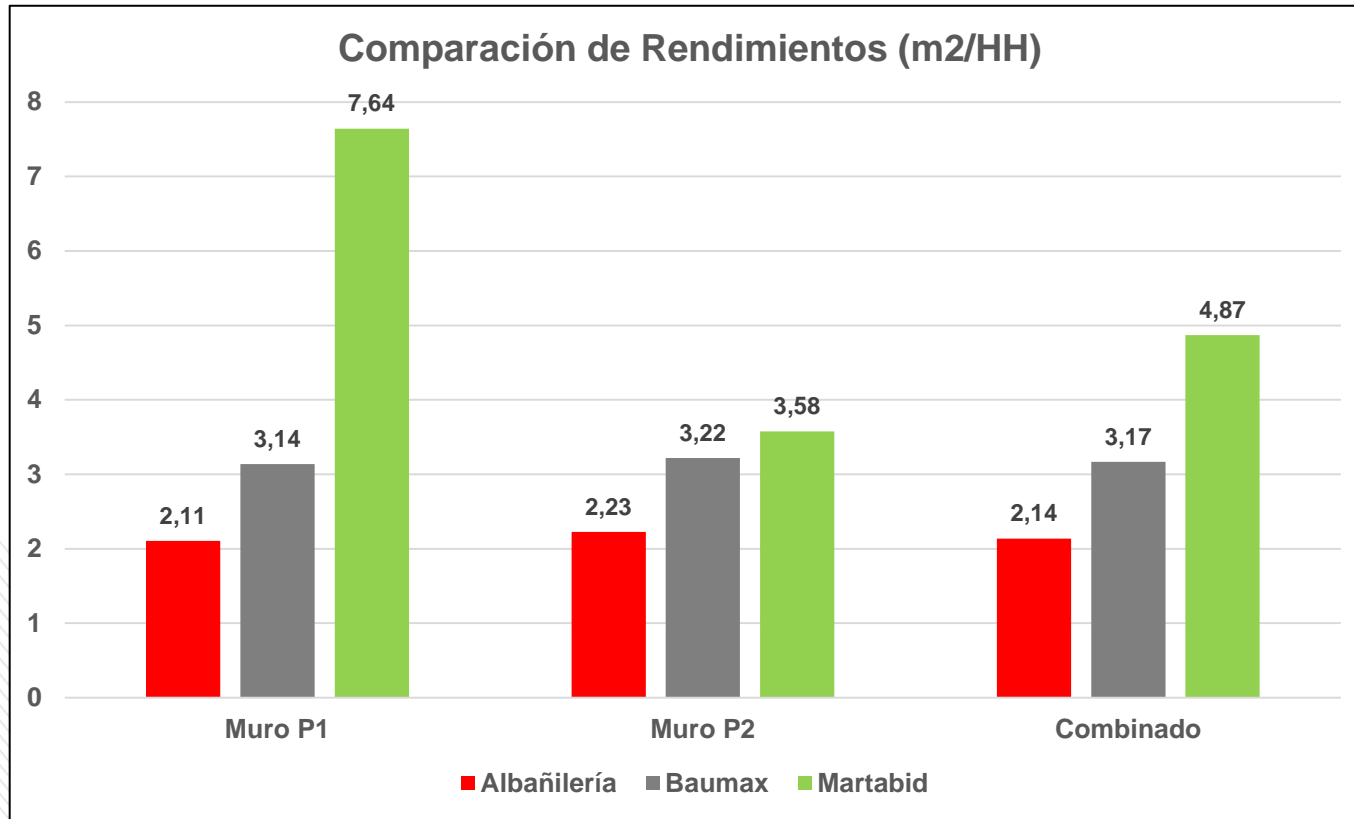
PARTIDA	HH med.	Av. Real	RENDIMIENTO
Albañilería (Muro P1)	174,8	367,8 m2	2,11 m2/HH
Albañilería (Muro P2)	64,0	142,5 m2	2,23 m2/HH
Albañilería (Combinado)	238,8	510,3 m2	2,14 m2/HH
Moldaje Losa	28,0	52,5 m2	1,88 m2/HH
Enfierradura	14,0	737,3 kg	52,66 kg/HH
Hormigón Losa	12,0	11,1 m3	0,92 m3/HH

**RESUMEN RENDIMIENTOS**  
**EMPRESA: Inmobiliaria MARTABID**  
**OBRA: PARQUE TORREONES 5**

PARTIDA	HH med.	Av. Real	RENDIMIENTO
Martabid (Muro P1)	22,4	171,4 m2	7,64 m2/HH
Martabid (Muro P2)	48,2	172,5 m2	3,58 m2/HH
Martabid (Combinado)	70,7	343,9 m2	4,87 m2/HH
Envigado	117,0	108,0 m2	0,92 m2/HH

**\*Aspectos relevantes a considerar:**

- Con el fin de obtener resultados concluyentes, se complementaron los datos obtenidos de las mediciones en terreno con información obtenida de los registros audiovisuales.
- Esto fue necesario debido al no cumplimiento de algunos de los compromisos de planificación por parte de las obras, lo que supuso viajes y HH adicionales.



- En la etapa de Obra Gruesa de la construcción de las casas objeto de estudio, se observó que con el sistema tradicional de albañilería en el montaje del primer piso, se obtuvo un rendimiento de un 2,11 m<sup>2</sup>/HH. Al compararlo con los sistemas industrializados, para el caso del sistema industrializado con elementos de hormigón armado el rendimiento aumenta a 3,14 m<sup>2</sup>/HH y para el caso de elementos de madera el rendimiento es de 7,64 m<sup>2</sup>/HH.
- En la etapa de Obra Gruesa de la construcción de las casas objeto de estudio, se observó que con el sistema tradicional de albañilería en el montaje del segundo piso, se obtuvo un rendimiento de un 2,23 m<sup>2</sup>/HH. Al compararlo con los sistemas industrializados, para el caso del sistema industrializado con elementos de hormigón armado el rendimiento aumenta a 3,22 m<sup>2</sup>/HH y para el caso de elementos de madera el rendimiento es de 3,58 m<sup>2</sup>/HH.
- En la etapa de Obra Gruesa de la construcción de las casas objeto de estudio, se observó que con el sistema tradicional de albañilería en el montaje del primer y segundo piso, se obtuvo un rendimiento de un 2,14 m<sup>2</sup>/HH. Al compararlo con los sistemas industrializados, para el caso del sistema industrializado con elementos de hormigón armado el rendimiento aumenta a 3,17 m<sup>2</sup>/HH y para el caso de elementos de madera el rendimiento es de 4,87 m<sup>2</sup>/HH.

- Con los sistemas industrializados aumentan los rendimientos de construcción para elementos de muro y losa. En este caso entre un 1,5 y 2,25 veces el rendimiento en la construcción de muros en obra en comparación al sistema tradicional de albañilería.
- Importante destacar que las duraciones de los ciclos de montaje de los sistemas industrializados eran considerablemente menores que los ciclos de construcción tradicional. Esto se puede ver de los datos de avance y HH registrados para cada sistema: para la construcción tradicional se registraron 239 HH para un avance de 510 m<sup>2</sup> en muros tanto de primer como de segundo piso, mientras que para el sistema de montaje de elementos de hormigón armado se registraron 179 HH para un avance de 567 m<sup>2</sup> de los mismos elementos, en el caso del sistema de montaje de elementos de madera se registraron 71 HH para un avance de 344 m<sup>2</sup> en muros de primer y segundo piso.



1. Contexto

2. Plan de Trabajo

3. Selección de obras

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

5. Indicadores

**6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares**

7. Conclusiones

# Brechas y oportunidades



Algunos tensores de la losa de fundación tienen tolerancias mayores a las aceptables, lo que trae problemas con el montaje. Oportunidad en incorporar pieza o control que asegure eliminación del problema al hormigonar.

# Brechas y oportunidades



Pre-losa no cuenta con pasadas para los tubos de sistema eléctrico, por lo que se debe realizar corte en obra. Se sugiere realizar pasada en planta (pieza en la etapa de insert que permita no hormigonar las pasadas eléctricas).

# Brechas y oportunidades



Los muros sufren daño no estructural en los procesos de montaje y transporte. Existe una oportunidad de eliminar o reducir requerimientos de reparación de elementos prefabricados de hormigón en obra.

# Brechas y oportunidades



Debido a que las ventanas no están estandarizadas, se utiliza moldaje de madera, lo cual no solo aumentan tiempo y esfuerzo en prefabricación, sino también genera residuos que no son gestionados. Existe oportunidad que puede ser capturada tanto estandarización como por uso de piezas reutilizables.

# Brechas y oportunidades



Los vanos de gran luz adicionan una pieza de HA con el objetivo de dar soporte estructural. Este elemento se debe cortar en obra, lo que genera una cantidad importante de residuos, los cuales no son gestionados. Existe oportunidad que puede ser capturada por uso de piezas reutilizables o que permitan gestionar residuo.

# Brechas y oportunidades



Los trabajadores en obra (montajistas) pierden tiempo en limpieza y preparación de muros. Oportunidad de realizar este proceso en planta.

# Brechas y oportunidades



Se evidenció altos niveles de suciedad en obra, en particular debido a elementos provenientes de planta. Existe oportunidad de mejora ya sea reduciendo la cantidad de escombros, reutilizarlos y/o disponiendo de un sitio de disposición ordenado.

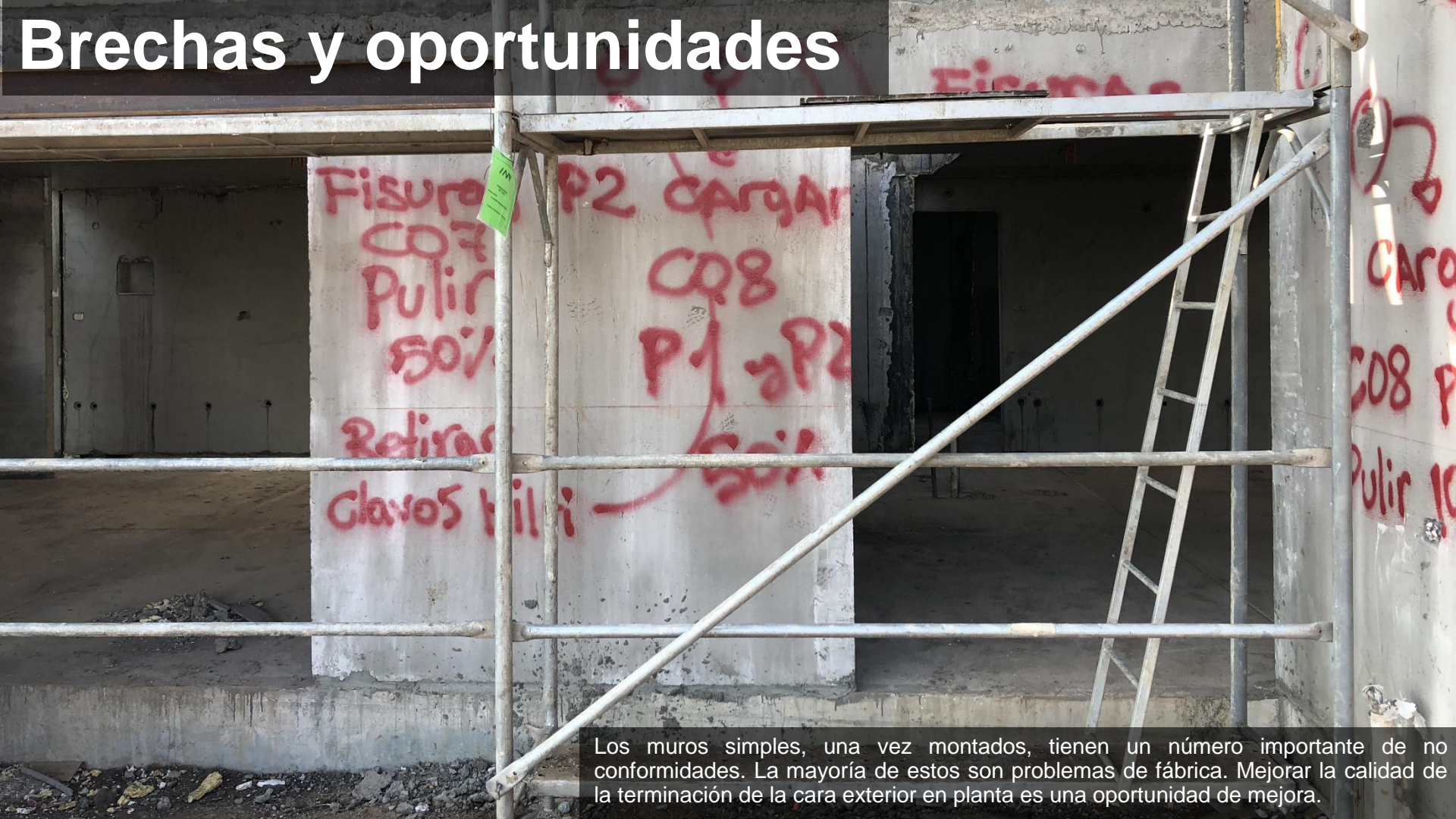


# Brechas y oportunidades



Sitio de disposición de residuos no cuenta con tratamiento de suelo que ayude a evitar la contaminación del mismo. Tampoco dispone de sitios o recintos que permitan la separación en origen. Oportunidad de mejorar sitio de disposición de residuos con finalidad de habilitar su posterior gestión y puesta en valor.

# Brechas y oportunidades



Los muros simples, una vez montados, tienen un número importante de no conformidades. La mayoría de estos son problemas de fábrica. Mejorar la calidad de la terminación de la cara exterior en planta es una oportunidad de mejora.

# Brechas y oportunidades



Los trabajadores pueden sufrir accidentes al levantar los ladrillos con sistemas artesanales. Existe oportunidad para reducir riesgo de proceso y mejorar eficiencia del mismo.

# Brechas y oportunidades



Perdida de material (10%) genera residuos. Oportunidad de innovar en ladrillos picados y/o uso de herramientas que reduzcan pérdida de material.

# Brechas y oportunidades



Una casa de albañilería Tipo GA requiere 60 alzaprimas, 30 vigas y tableros para el proceso de hormigonado de losa entrecapada. Se propone implementar sistemas prefabricados (prelosa, previga, etc) mejorando calidad y reduciendo tiempo.

# Brechas y oportunidades



La techumbre se arma in situ, lo que conlleva necesidad de andamios y riesgo en trabajadores. Oportunidad de prefabricación de techumbre en el terreno para luego montar.

# Brechas y oportunidades



Coordinación obra – fábrica – proveedores no cuenta con sistema ad-hoc (email y planillas Excel). Oportunidad de mejora mediante la incorporación de sistemas tecnológicos adecuados idealmente basados o compatibles con ecosistema BIM.

# Brechas y oportunidades



Inexistencia de un centro adecuado para la disposición de paneles que no se logran instalar just in time. Elementos quedan a la intemperie, problema grave dadas las condiciones climáticas del sur. Paneles se humedecen y deben ser en ocasiones reparados y/o reemplazados. Oportunidad disponer de centro de acopio adecuado.



# Contenido

1. Contexto

2. Plan de Trabajo

3. Selección de obras

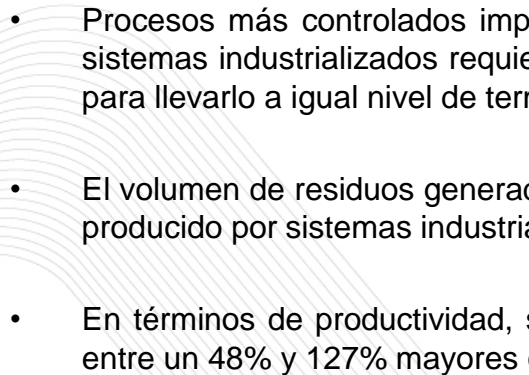

4. Proceso constructivo y actividades (fábrica y obra)

5. Indicadores

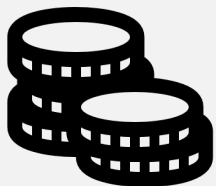
6. Identificación de brechas, oportunidades de mejora y recomendaciones preliminares

**7. Conclusiones**

- A través del estudio realizado, se logró evidenciar que las soluciones industrializadas, prefabricadas y modulares mejoran la calidad, productividad, y sustentabilidad en la edificación, incorporando mejores prácticas, tecnología e innovación en toda su cadena de valor.
- Por otro lado se ha logrado generar, en base a mediciones y de forma cuantitativa, un caso de éxito nacional, el cual refleja los beneficios de la construcción industrializada por sobre la construcción tradicional.
- Lo anterior está alineado con el objetivo central del Plan CCI (PMG 2017) de *“aumentar la penetración de soluciones de construcción industrializada en la edificación pública y residencial en Chile, mejorando la productividad y sustentabilidad del sector”*, en particular, aportando al desarrollo de los lineamientos *“Gestión del Conocimiento”* y *“Difusión y Educación en Construcción Industrializada”*
- Cabe destacar que se cumplió cabalmente con el objetivo general del estudio, siendo este: *“A partir de uno o más casos de estudio de obras de construcción industrializada, analizar y levantar indicadores de productividad que den cuenta de sus ventajas en cuanto a plazos, costos, calidad y otros de productividad, que tengan incidencia en sustentabilidad, en comparación con una obra tradicional, permitiendo, comparar, difundir y promover los beneficios de la construcción industrializada”*.

- El costo directo de la obra gruesa construida con elementos industrializados varía entre un 87% y 113% del costo directo de una obra tradicional.
  - En cuanto a los indicadores de seguridad, se evidenció que en faenas con sistemas industrializados se lograban tasas de accidentabilidad y siniestralidad menores que en faenas con sistema tradicional.
  - Elementos de obra gruesa contruidos de forma industrializada toma entre un 24% y un 69% del tiempo efectivo requerido por una construcción tradicional.
  - Procesos más controlados implican mejoras en la calidad del producto. Los ajustes de calidad necesarios en sistemas industrializados requiere entre un 8% y un 27% de las horas hombre utilizadas por sistema tradicional para llevarlo a igual nivel de terminación.
  - El volumen de residuos generados por el sistema tradicional es 3 a 3,5 veces mayor que el volumen de residuos producido por sistemas industrializados.
  - En términos de productividad, se evidenció que los sistemas industrializados lograron rendimientos de avance entre un 48% y 127% mayores que los registrados para la construcción tradicional.
- 
- 

- Resumen de los resultados obtenidos en el proyecto:



## Ahorros de costo

El costo directo de la obra gruesa para una casa construida con elementos industrializados varía entre un 86% y 113% del costo directo de una obra tradicional.



## Mayor seguridad

Tanto la tasa de accidentabilidad como la de siniestralidad son menores en obras de construcción industrializada vs tradicional



## Ahorros de plazo

Obra gruesa construida con elementos industrializados toma entre un 24% y 69% del tiempo requerido por una construcción tradicional



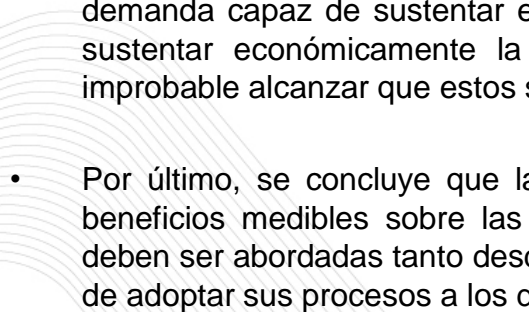
## Calidad

Obra gruesa construida con elementos industrializados utiliza el 8% y 27% de las HH requeridas por una construcción tradicional para obtener un nivel de terminación homologable.



## Sustentabilidad

Obra gruesa construida con sistema tradicional produce entre 3 y 3,5 veces más residuos que aquella construida con elementos industrializados

- Sin embargo, los beneficios esperados por sistemas industrializado no siempre son percibidos debido principalmente a problemas de gestión. Por este motivo, ha sucedido incluso que la construcción de viviendas con sistema industrializado tome más tiempo y recursos que la alternativa tradicional.
  - Dicho lo anterior, es necesario remarcar que los sistemas industrializados se encuentran en fases tempranas de desarrollo en el país y, por tanto, de aprendizaje. Las principales oportunidades de mejora se presentan en mejorar los sistemas de gestión-coordinación, logística y coordinación temprana.
  - Adicionalmente, remarcar que para asegurar el éxito de los sistemas industrializados es necesario mantener una demanda capaz de sustentar el nivel de producción que se puede obtener en planta, de modo que se pueda sustentar económicamente la inversión, mantener competitividad y obtener utilidades. Sin lo anterior es improbable alcanzar que estos sistemas sean viables desde el punto de vista económico.
  - Por último, se concluye que la construcción con sistemas industrializados es posible en el país y presenta beneficios medibles sobre las alternativas tradicionales. Sin embargo existen oportunidades de mejora que deben ser abordadas tanto desde los productores de soluciones como de inmobiliarias y constructoras, con el fin de adoptar sus procesos a los desafíos que presenta el construir con elementos industrializados.
- 
- 