

2023-04

# Aporte del constructor civil para aumentar la productividad en la construcción chilena

Echeverría Quiroz, Catalina Paz

---

<https://hdl.handle.net/11673/56215>

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA  
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES  
VALPARAISO - CHILE



APORTE DEL CONSTRUCTOR CIVIL PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
CONSTRUCCION CHILENA.

CATALINA PAZ ECHEVERRÍA QUIROZ

Memoria para optar al Título de  
CONSTRUCCION CIVIL

Profesor Guía  
FRANCISCO OMAR LAGOS PERALTA

Abril del 2023

## AGRADECIMIENTOS

A mi hija, por ser la razón principal para culminar mi proceso formativo.

A mis padres y familiares, por confiar en mis capacidades, la confianza y el apoyo incondicional en todo momento.

Le dedico mi memoria a mi pequeña  
hija, quien me acompaña, me da  
fuerzas y alegra mis días.

## ACRONIMOS

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.

CChC: Cámara Chilena de la Construcción.

CNEP: Comisión Nacional de Evaluación y Productividad.

PIB: Producto Interno Bruto.

BCCh: Banco Central de Chile.

FBCF: Formación bruta de Capital Fijo.

EPA: Environmental Protection Agency.

CDT: Corporación de Desarrollo Tecnológico.

CPM: Critical Path Method.

PERT: Project Evaluation and Review Technique.

PMG: Programa de Mejoramiento de Gestión.

PMI: Project Management Institute.

PIAAC: Programme for the International Assessment of Adult Competencies.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

CIO: Centro de Ingeniería Organizacional.

AARP: American Association of Retired Persons.

CORFO: Corporación de Fomento de la producción.

BIM: Building Information Modelling.

CIPYCS: Centro Interdisciplinario para la Productividad Y Construcción Sustentable.

CTeC: Centro Tecnológico para la Innovación, Productividad y Sustentabilidad en la Construcción.

CPI: Centro de Políticas de Infraestructura.

DOM: Dirección de Obras Municipal.

ERNC: Energías Renovables No Convencionales.

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

PYMES: Pequeña Y Mediana Empresa.

PMBOK: Project Management Body of Knowledge.

SII: Servicio de Impuestos Internos.

## Índice

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
OBJETIVOS .....	2
General: .....	2
Específico:.....	2
CAPÍTULO II .....	3
INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
SITUACIÓN ACTUAL.....	3
SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	3
INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA CHILENA.....	4
PRODUCTIVIDAD .....	6
IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	7
PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN .....	8
BRECHA DE PRODUCTIVIDAD CON PAÍSES REFERENTES .....	9
INFLUENCIA DEL COVID-19 .....	12
FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCTIVIDAD.....	14
PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA.....	16
RELACIÓN ENTRE MANO DE OBRA Y COSTO DEL PROYECTO .....	17
COSTO DIRECTO .....	18
COSTO INDIRECTO O VARIABLE .....	18
VARIACIÓN DE SUELDOS .....	19
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DE LA M.O.....	19
¿CÓMO MEDIR PRODUCTIVIDAD?.....	20
TRADICIONAL.....	20
LEAN CONSTRUCTION .....	21
REINGENIERÍA DE PROCESOS. ....	22
ESTIMACIÓN DE PRODUCTIVIDAD ÓPTIMA.....	23
CPM Y PERT.....	24
CAUSAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD .....	25
DIRECTAS .....	25
POCA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN.....	25

BAJA ESTANDARIZACIÓN .....	26
USO DE PREFABRICADOS .....	26
CAPACITACIÓN/CERTIFICACIÓN.....	27
FRAGMENTACIÓN DEL MERCADO.....	28
CAMBIOS.....	29
INDIRECTAS .....	30
INICIATIVAS.....	44
OBSERVADOR TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCION.....	44
PROGRAMA CONSTRUYE 2025 .....	44
PLAN BIM.....	46
CENTRO TECNOLÓGICO I+D+I PARA LA CONSTRUCCION- .....	47
DOM EN LÍNEA .....	48
MAPA CONTECH .....	49
MODELO PMG .....	49
CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO .....	51
CAPÍTULO III.....	53
INVESTIGACION DESCRIPTIVA.....	53
PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	53
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	53
POBLACIÓN OBJETIVO.....	53
PROYECCION DE LA POBLACION.....	53
TAMAÑO MUESTRA .....	54
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	56
INFORMACION PERSONAL .....	56
CON RESPECTO A LA EMPRESA EN LA CUAL TRABAJA: .....	58
EN SU OPINION:.....	61
EN LA ESCALA DEL 1 AL 10 RESPONDA: .....	66
CAPITULO IV .....	69
CONCLUSIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....	71

## Índice de figuras.

Imagen 1.- Productividad de la construcción chilena. ....	4
Imagen 2.- Participación de la construcción en el PIB. ....	4
Imagen 3.- Participación de la construcción en la economía de Chile. ....	5
Imagen 4.- Distribución del PIB en Construcción entre subsectores. ....	5
Imagen 5.- Índice de ingresos por subsector. ....	6
Imagen 6.- Sistema productivo de la construcción. ....	8
Imagen 7.- Productividad de obras de edificación en altura. ....	10
Imagen 8.- Productividad de obras de infraestructura vial. ....	11
Imagen 9.- Indicadores de venta y producción de materiales de la construcción. ....	12
Imagen 10.- Empleo del sector de la construcción en miles de trabajadores. ....	13
Imagen 11.- Empleo sectorial según categoría ocupacional en miles de trabajadores. ....	13
Imagen 12.- Relación entre el costo de la MO y la productividad laboral en la construcción. ....	19
Imagen 13.- Principios Lean construction. ....	21
Imagen 14.- Dinámica de productividad. ....	23
Imagen 15.- Actividades paralelas. ....	24
Imagen 16.- Actividades dependientes. ....	24
Imagen 17.- Edificación en altura con uso de prefabricados. ....	27
Imagen 18.- Capacitación hacia trabajadores mejor calificados. ....	28
Imagen 19.- Distribución de empresas según tamaño. ....	29
Imagen 20.- Relación entre escases de la mano de obra calificada y productividad laboral. ....	30
Imagen 21.- Relación entre subsector y salario. ....	31
Imagen 22.- Envejecimiento de la población chilena. ....	32
Imagen 23.- Envejecimiento por rango de edad en la construcción. ....	32
Imagen 24.- Cambios fisiológicos y psicológicos con la edad. ....	33
Imagen 25.- Porcentaje de accidentabilidad por edad. ....	33
Imagen 26.- Inmigrantes por edad. ....	34
Imagen 27.- Demanda total para operación de proyectos y potencial retiro. ....	35
Imagen 28.- Tasa de accidentabilidad por accidentes del trabajo en mutualidad. ....	36
Imagen 29.- Denuncias por enfermedades profesionales. ....	36
Imagen 30.- Cantidad de personas ocupadas por situación ocupacional y sexo. ....	37
Imagen 31.- Personas fuera de la fuerza de trabajo, variación anualizada (miles de personas). ....	37
Imagen 32.- Número de trabajadores mensuales sector construcción ampliado, según sexo (enero 2006 - marzo 2017). ....	38
Imagen 33.- Salario promedio anual sector construcción ampliado (En pesos de cada año). ....	39
Imagen 34.- Distribución etaria sector construcción ampliado %. ....	39
Imagen 35.- Titulados 2014 en carreras asociados a construcción por tipo de área. ....	39
Imagen 36.- Incremento de proyectos de remodelación. ....	41
Imagen 37.- Competencias de la población adulta. ....	42
Imagen 38.- Metas Planbim ....	46
Imagen 39.- Modalidad de trabajo PMG. ....	49
Imagen 40.- Ciclo de vida del proyecto. ....	51
Imagen 41.- Interacción de los grupos de procesos dentro de un proyecto. ....	52

Imagen 42.- Impacto de las variables en el tiempo. ....	52
Imagen 43.- Numero de empresas del rubro construcción de la V región. ....	53
Imagen 44.- Numero de empresas del rubro construcción de la población objetivo.....	54
Imagen 45.- Valor parámetro K.....	55
Imagen 46.- Título Académico.....	56
Imagen 47.- Empresas. ....	56
Imagen 48.- Cargos.....	57
Imagen 49.- Tipo de proyecto. ....	57
Imagen 50.- Años de experiencia. ....	58
Imagen 51.- Porcentaje de la muestra que miden productividad. ....	58
Imagen 52.- Porcentaje de cambio de labores debido al Covid-19. ....	60
Imagen 53.- Alza de digitalización debido a pandemia por Covid-19. ....	61
Imagen 54.- Porcentaje de formación de equipos de trabajos.....	62
Imagen 55.- Influencia del ambiente laboral en la productividad personal. ....	62
Imagen 56.- Ajuste de la formación académica al primer cargo laboral. ....	63
Imagen 57.- Nivel de información sobre iniciativas para la productividad.....	64
Imagen 58.- Porcentaje de modificación a documentos. ....	66
Imagen 59.- Grado de duplicación de partidas. ....	66
Imagen 60.- Frecuencia en el uso de prefabricados. ....	67
Imagen 61.- Frecuencia en la supervisión de partidas.....	67
Imagen 62.- Grado de colaboración.....	68
Imagen 63.- Orden en las obras muestreadas. ....	68

## Índice de ecuaciones.

Ecuación 1.- Productividad.....	7
Ecuación 2.- Desglose productividad.....	9
Ecuación 3.- Cantidad.....	17
Ecuación 4.- Índice de productividad. ....	20
Ecuación 5.- Tamaño de la muestra. ....	54

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción es una de las industrias más importantes a nivel mundial, incluyendo no sólo la construcción misma de grandes proyectos, sino también, las etapas de diseño y proyección de éstos. Engloba tanto edificación, obras industriales y obras civiles e innumerables personas que trabajan con el propósito de hacer de nuestro mundo un lugar funcional y estético. Por otro lado, esta industria es de gran relevancia dentro de la economía de cada país, ya que moviliza cantidades de insumos, genera innumerables empleos directos e indirectos y contribuye en la formación de un capital dentro de los países.

Se estima que cerca del 6% de los empleos en países en vías de desarrollo y 10% en países desarrollados, son generados por el sector de la construcción gracias a su capacidad de absorción de empleos, tanto calificados como no calificados. En Chile, según el ministerio de economía fomento y turismo, el sector de la construcción alcanza un 6,4% del producto interno bruto (PIB) en el 2018 y un 9,5% de ocupación de trabajos en el 2017.

En el segundo trimestre del año 2020, la construcción sufrió una contracción del 20,4% aproximadamente, siendo la edificación el área más afectada producto, principalmente, del estancamiento de proyectos en comunas en cuarentena. Esta caída en el sector, sumado al trabajo con presupuestos cada vez más ajustados en un sector altamente competitivo, genera la necesidad de disminuir los costos y aumentar el margen de utilidad. Es por esto que, la productividad juega un papel fundamental, permitiendo generar presupuestos capaces de ganar licitaciones y ejecutar proyectos dentro de los márgenes preestablecidos.

Se entiende productividad como la capacidad de generar determinado producto por unidad de trabajo, en este caso en particular, es la cantidad de trabajo realizado por trabajador. Chile es uno de los países de la OCDE con menores índices de productividad, siendo sólo mayor a Hungría y muy inferior a países como Nueva Zelanda y España, quienes han logrado elevar los márgenes de utilidad a través de la disminución de los costos directos e indirectos de un proyecto.

Es posible dividir productividad en tres grandes áreas, la productividad de los materiales y maquinarias, las cuales afectan en el costo directo y, la productividad de la mano de obra, la cual afecta tanto los costos directos como indirectos de un proyecto. Esta última posee mayor movilidad e influye tanto en el presupuesto a través de los sueldos (costo directo), como en los plazos (costo indirecto), es por ello que los esfuerzos deben concentrarse en aumentar la productividad de la mano de obra.

La presente memoria expone la falencia de Chile en este ámbito, los principales factores y causas que aportar al aumento de la brecha con países desarrollados y el aporte que puede realizar un constructor civil para aumentar la eficiencia del sector.

## OBJETIVOS

### General:

Evaluar el aporte de un constructor civil en el aumento de la eficiencia laboral, en base a la búsqueda bibliográfica y una encuesta aplicada a diversas constructoras en seis comunas de la V región.

### Específico:

- Analizar la literatura existente respecto a la productividad en las obras de construcción chilenas.
- Analizar el aporte de un constructor civil en la productividad de seis comunas de la V región.
- Proponer las competencias mínimas necesarias de un constructor civil para aumentar la eficiencia en los proyectos de construcción.

## CAPÍTULO II

### INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

En una época en donde la alta competencia y los niveles de exigencia obligan a que las empresas sean cada vez más eficientes, el estudio de la productividad de materiales, maquinarias y mano de obra se vuelven relevantes, con el objetivo de disminuir costos y aumentar utilidad.

El rendimiento tanto de maquinarias como materiales es en general fácil de obtener. Sin embargo, la productividad laboral es altamente dinámica, motivo por el cual se hace difícil de calcular y/o estimar, más aún si se considera un sector como la construcción, en el cual la mayoría de sus trabajos son ejecutados por personas.

### SITUACIÓN ACTUAL

#### SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Se puede definir sector de la construcción a aquel que presta servicios de edificación y obras civiles, ya sean reparaciones, ampliaciones, obras nuevas, obras definitivas, temporales y otras.

Se entiende por edificación, como toda construcción realizada artificialmente con el propósito de ser habitada, es decir, comprende todo el subsector inmobiliario.

Las obras civiles engloban todo proyecto público o privado pensado para la población, con el objetivo de lograr una organización territorial y aprovechamiento de espacios.

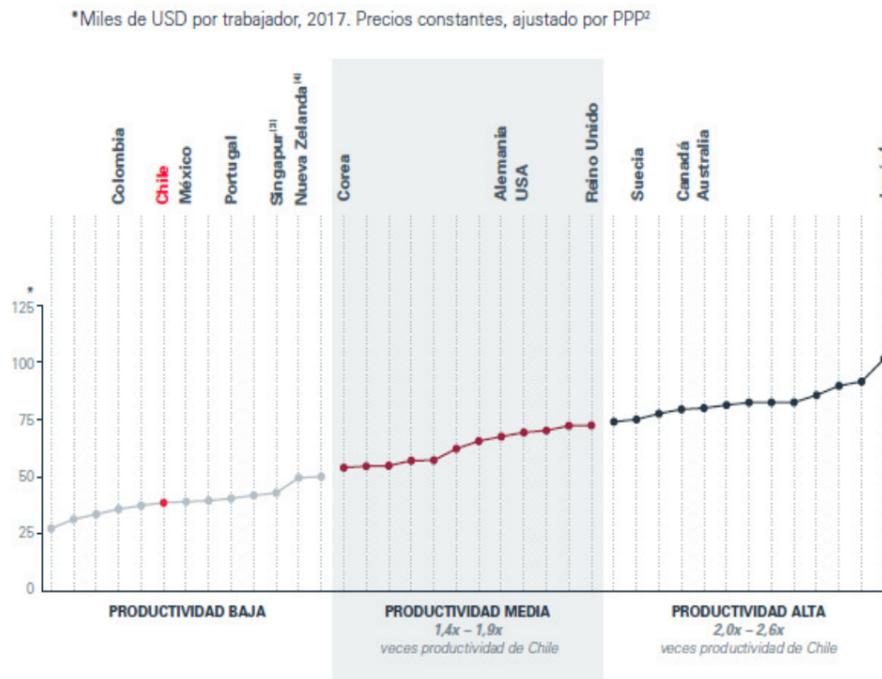
Se suma a ello las obras especiales, que son partes de una edificación que requieren de un grado de especialización superior a la de los responsables de la ejecución del proyecto.

Para este sector, independiente del grado de automatización de los distintos procesos, la mano de obra es el elemento indispensable en la realización de cualquier ejecución, por lo cual, sin esta no es posible realizar actividad productiva.

Es un hecho que al adjudicarse un contrato de construcción se tiene la incertidumbre sobre el costo y plazo final, ya que, se apuesta a obtener cierto nivel de productividad que permita lograr un proyecto exitoso. En este punto se reafirma que la mano de obra juega un papel fundamental ya que es el principal factor de pérdida de productividad y aumento de costos y plazos iniciales.

Según el estudio de productividad en la industria de la construcción chilena [1], el rezago en los índices de productividad de la construcción es un problema a nivel mundial, sin embargo, Chile es uno de los países pertenecientes a la OCDE, con menores índices de productividad, superando solo a Colombia, como se muestra en la .

Imagen 1.- Productividad de la construcción chilena.



Fuente: estudio de productividad en el sector de la construcción

## INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA CHILENA

Como se observa en la Imagen 2, el porcentaje de incidencia de la construcción en el PIB es de 6,9% en el 2019 y desciende a un 6,0% en el 2020 producto principalmente del estancamiento del sector debido a la pandemia de Covid-19 y del estallido social. A pesar de que existe una baja en el sector por su aporte al PIB nacional, este no es menos influyente para el desarrollo de la productividad de la construcción.

Imagen 2.-Participación de la construcción en el PIB.

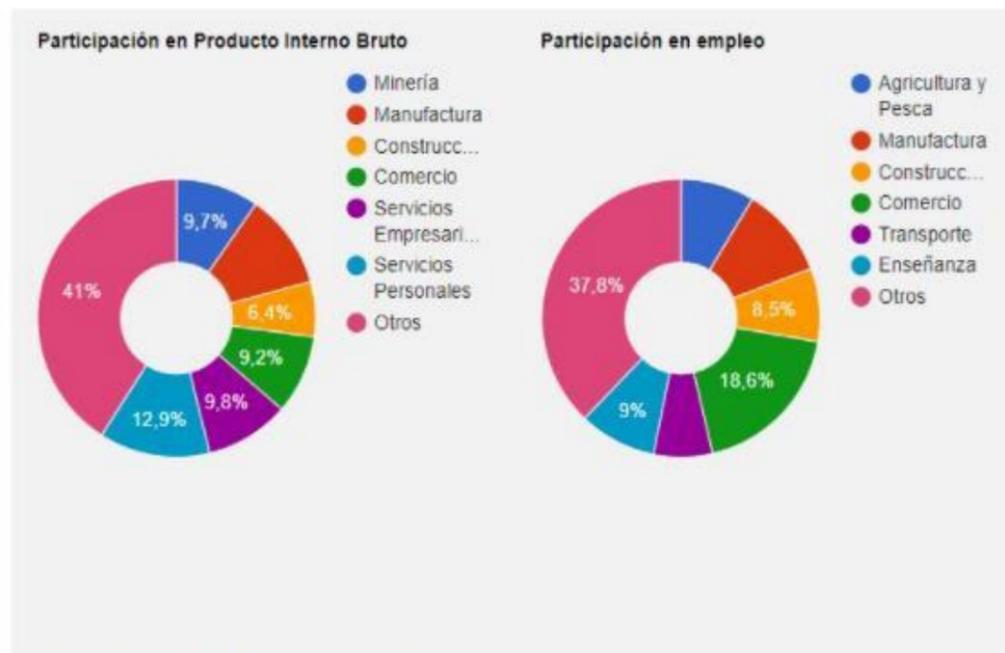
Participación por clase de actividad económica, series empalmadas, referencia 2013 (porcentaje sobre el PIB) 📄 📊 📉 📈 📄 📌

SeL.	Serie	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<input type="checkbox"/>	Minerales no metálicos y metálica básica	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
<input type="checkbox"/>	Productos metálicos, maquinaria, equipos y otros	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
<input type="checkbox"/>	Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	3,0	3,1	2,9	2,9	2,9	3,0
<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	6,6	6,8	6,4	6,5	6,9	6,0
<input type="checkbox"/>	Comercio, restaurantes y hoteles	11,3	11,7	11,7	11,8	11,4	10,9
<input type="checkbox"/>	Comercio	9,3	9,5	9,5	9,6	9,1	9,3
<input type="checkbox"/>	Restaurantes y hoteles	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	1,6
<input type="checkbox"/>	Transporte	5,4	5,3	4,8	4,5	4,7	4,2
<input type="checkbox"/>	Comunicaciones y servicios de información	2,9	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1
<input type="checkbox"/>	Servicios financieros y empresariales	15,1	14,8	14,4	14,5	14,7	14,3

FUENTE: Base de datos estadísticos, Banco Central

Adicionalmente, como se logra observar en la Imagen 4 y con base en el CPI [2][2], además del aporte al producto interno bruto del país, también posee altos índices de empleabilidad, superando a los sectores de enseñanza, transporte y agricultura y pesca para el año 2018.

Imagen 4.- Participación de la construcción en la economía de Chile.



Fuente: World Wide Governance Indicators del Banco Mundial.

El subsector con mayor incidencia en el PIB es la edificación, seguido de las obras de ingeniería y, por último, los servicios especiales. Lo anterior se mantiene a la fecha y se refleja en la Imagen 5, la cual muestra los ingresos de la construcción de grandes empresas, donde el sector inmobiliario supera ampliamente al sector de obras civiles.

Imagen 5.- Distribución del PIB en Construcción entre subsectores.



Fuente: 2018 Estudio de productividad.

Cabe destacar que, si se consideran dos grupos de factores, los “factores internos” de las empresas (gestión, planificación, entre otros) y el segundo “factores externos” (cambios en la regulación, situación nacional, etcétera). La productividad en edificación y obras civiles son influenciadas de maneras distintas por cada uno, es decir, se estima que, para el sector de la edificación los factores internos poseen una influencia del 80% y los factores externos del 20% aproximadamente, mientras que para las obras civiles un 65% de causas externas y un 35% de causas internas. Lo anterior se debe a la mayor implicación del estado en obras civiles, donde este cumple el rol de mandante y regulador.

Imagen 6.- Índice de ingresos por subsector.



FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS 14.12.2021

El BCCh sostiene que el PIB de la construcción posee amplia relevancia en la FBCF, la cual se entiende como la medida de la cantidad total de bienes durables, es decir, mide las adquisiciones de activos fijos y, con ello, el gasto en inversiones que se genera, por lo cual, juega un papel fundamental en la capacidad productiva.

## PRODUCTIVIDAD

Según la OIT[3], los productos son resultados de cuatro elementos principales:

- Tierra: Engloban todos los recursos naturales usados en el proceso productivo.
- Trabajo: Es el tiempo que se dedica para realizar un producto o servicio.
- Capital: Corresponde a los bienes durables utilizados para generar otros bienes o servicios.
- Organización o capital empresarial: Se refiere al conjunto de conocimientos, los cuales, aplicados ordenada y lógicamente permiten mejorar entornos, solucionar problemas y adaptarse al medio ambiente.

Las relaciones que existen entre estos cuatro elementos son una medida de productividad[4].

No es posible brindar una definición estándar sobre este concepto de productividad, ya que, se puede entender como la cantidad producida con determinados recursos o los recursos necesarios para producir cierta cantidad de productos.

Para la agencia EPA, es el grado de utilización efectiva de cada elemento de la producción, buscando siempre mejoras de lo que ya existe.

Adicionalmente, para algunos autores se considera productividad como sinónimo de eficiencia y existen tres posibles formas de aumentarla:

1. Mantener la producción fija si se disminuyen recursos.
2. Elevar la producción al mantener los recursos constantes.
3. Elevar la producción disminuyendo los recursos.

Carolina Tapia, experta sénior en productividad y gestión de proyectos de la CDT[5], define la productividad como:

*Ecuación 1.- Productividad.*

$$\textit{Productividad} : \frac{\textit{Entradas}}{\textit{Salidas}}$$

Considerando como entradas los recursos consumidos en el proceso productivo y la salida como la cantidad de producto generado.

Cabe destacar la existencia de la “ley de rendimientos decreciente”, la cual evidencia que el aumento de la cantidad de factores no deriva necesariamente en una mayor eficiencia, ya que, la productividad agregada por adición de algún factor va decayendo, es decir, los factores se van haciendo cada vez menos productivos, si no se eleva uno distinto para ser combinado, por ejemplo: si se encarga el doble de hormigón sin tener personal que lo utilice en terreno.

Es más, si se aumentan todos los factores en la misma proporción, dependerá de los rendimientos a escala el aumento que experimenta la productividad.

Para efectos de esta memoria se define a la productividad como un indicador de la utilización óptima de los recursos, materiales, maquinarias y mano de obra, en la producción de un bien o servicio. Además, evidencia la eficiencia con la cual se utilizan las entradas ya sea tierra, trabajo, capital y organización, elementos que en su justa medida se deben relacionar para potenciar la productividad en la construcción.

## **IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD**

La globalización e internacionalización de las economías provoca que en todo país se genere un ambiente de mayor competencia para los distintos sectores productivos, en donde desarrollar la productividad es sinónimo de crear ventajas competitivas, ya que, establece la relación entre los recursos disponibles y la cantidad producida.

La competitividad es la capacidad de participación de las empresas en el mercado. En la actualidad, para una constructora, lograr ser productiva no es tan solo una cuestión de conveniencia sino de supervivencia, considerando que en el mercado no existe lugar para empresas ineficientes.

Por otro lado, la productividad de la mano de obra es determinante en el sector de la construcción, debido a que muchos de los factores que la influyen no son constantes y son difíciles de anticipar. Es por esto que, es necesario tomar medidas para impedir la desarticulación de la cronología y el plan de trabajo, derivando en retrasos no deseados. Además, un elevado nivel de productividad laboral provoca la generación de más productos sin aumentar la cantidad de recursos.

En consecuencia, un aumento de la productividad implica la entrega de proyectos de calidad dentro de plazos y costos preestablecidos, por lo cual, una empresa altamente productiva es más competitiva, más rentable y preferida en el mercado.

## PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente, la productividad relaciona los conceptos de producción e insumos. Sin embargo, las entradas (insumos) y salidas (producción) difieren de una industria a otra, e incluso, existen variaciones al hablar de productividad aplicada a distintas áreas de una misma industria.

La construcción genera productos a través de la transformación de recursos, los cuales se dividen en materiales, equipos y mano de obra. Es por esto que, en cada proyecto de construcción es posible hablar de distintas productividades:

- a) Productividad de los materiales: A través de esta es posible controlar costos y minimizar pérdidas manteniendo el presupuesto dentro de los márgenes preestablecidos.
- b) Productividad de los equipos: Debido al costo por hora que representa y para mejorarla se deben evitar la paralización de partidas que dependen de maquinarias o equipos.
- c) Productividad de la mano de obra: Esta determina la velocidad con la cual avanza cada partida y el proyecto a la cual pertenece. Además, de esta depende el aumento o merma en la productividad de los materiales y de los equipos.

Considerando esto, el sistema productivo de la construcción interactúa de la siguiente manera:

*Imagen 7.- Sistema productivo de la construcción.*



Con esto, es posible desglosar la Ecuación 1 según la Imagen 7.

*Ecuación 2.- Desglose productividad.*

$$\text{Productividad} : \frac{MO+E+M}{S}$$

*Donde MO: Mano de obra*

*E : Equipos*

*M : Materiales*

*S : Salida*

Mejorar la productividad en el sector permite, entre otras cosas:

- Disminuir plazos.
- Reducir costos.
- Aumentar la eficiencia operacional.
- Aumentar el consumo habitacional.

Para efectos de esta memoria de título, un aumento de la productividad de la construcción requiere la implementación de medidas que eleven la eficiencia y/o capacidades de la mano de obra empleada.

Con respecto al costo, se centran en la ejecución de las obras, sin embargo, es evidente que una correcta ejecución de las etapas previas (planificación, diseño, análisis, etc.), desemboca en mayor eficiencia en la ejecución misma de un proyecto, elevando la posibilidad de entrega de este en los plazos previstos y dentro del presupuesto acordado.

Tanto para el sector público como el sector privado, un aumento de la eficiencia en la construcción proporciona grandes beneficios. En el sector público la entrega de proyectos dentro de plazos establecidos permite cumplir con beneficios sociales y mantener el presupuesto inicial y con esto generar mayor cantidad de obras al no haber sobrecostos de proyectos anteriores. Por otro lado, en el sector privado, el aumento de la productividad genera eficiencia en la asignación de recursos, reducción costos y mayor competencia en el rubro.

## **BRECHA DE PRODUCTIVIDAD CON PAÍSES REFERENTES**

En la actualidad, según el estudio de productividad de la CCHC [1], Chile es uno de los países con menor índice de productividad en comparación con los países referentes de la OCDE como España, Nueva Zelanda y otros.

Anteriormente se da a conocer la influencia del subsector de la edificación en la construcción chilena, el cual cae 0,13 [m<sup>2</sup>/persona-día] con respecto al promedio de los países pertenecientes a la OCDE, es decir, el volumen construido por un trabajador en una jornada laboral en Chile es de 0,24[m<sup>2</sup>/persona-día], mientras que, el promedio de la organización internacional es de 0,37[m<sup>2</sup>/persona-día]. Cabe destacar que, el indicador utilizado no incluye factores como precio y costo y considera a todos los trabajadores directos, indirectos, administración y subcontratos, desde el avance desde las obras previas hasta el término del proyecto.

Según la CChC entre los años 2004 y 2018 el índice de costo de edificación aumenta en un 4,9% mientras que, el costo de las viviendas lo hace en un 5,8%. Ya que, debido a la ineficiencia en las labores, el costo final del proyecto aumenta.

Otro punto importante a considerar es el mayor plazos estimados de los proyectos chilenos, aumentando los plazos. Adicionalmente, en su mayoría los son a suma alzada por lo que la utilidad se ve reducida pudiendo incluso llegar a valores negativos.

Cabe destacar que el índice de productividad varía con los ingresos del sector al cual se dirige el proyecto, con la cantidad de pisos y con la superficie construida, es decir, como muestran la Imagen 8 e Imagen 9, los índices de productividad suben para sectores con ingreso medio-bajo, mayor altura y superficie construida. Lo anterior se debe a la estandarización, simplicidad, economía de escala y grado de repetición, lo que aumentan con el volumen construido elevando la eficiencia con la cual se trabaja.

Imagen 8.- Productividad de obras de edificación en altura.

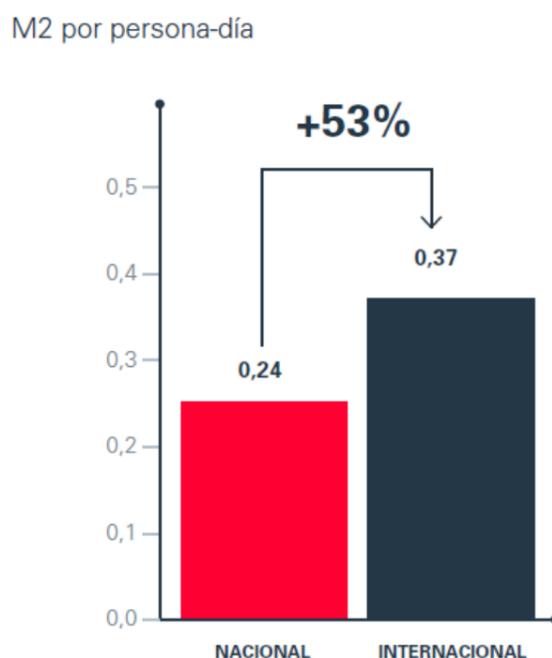
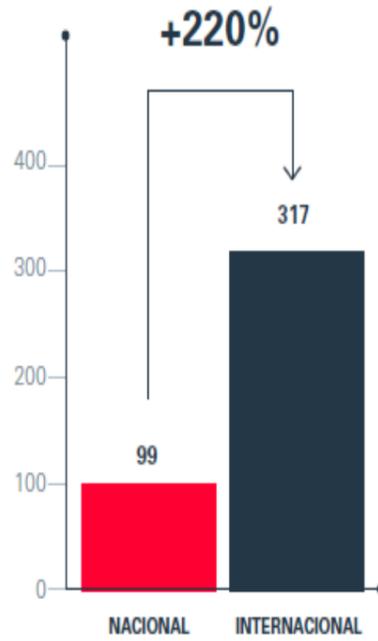


Imagen 9.- Productividad de obras de infraestructura vial.

Valor agregado<sup>1</sup>, USD<sup>2</sup> por persona-día



En consecuencia, el aumento de la productividad no es solo un problema a nivel país. Cada empresa debe enfocarse en aumentar la eficiencia de los trabajos para lograr mayor competitividad y preferencia en el mercado, considerando la productividad como una herramienta de gestión y no solo como indicador.

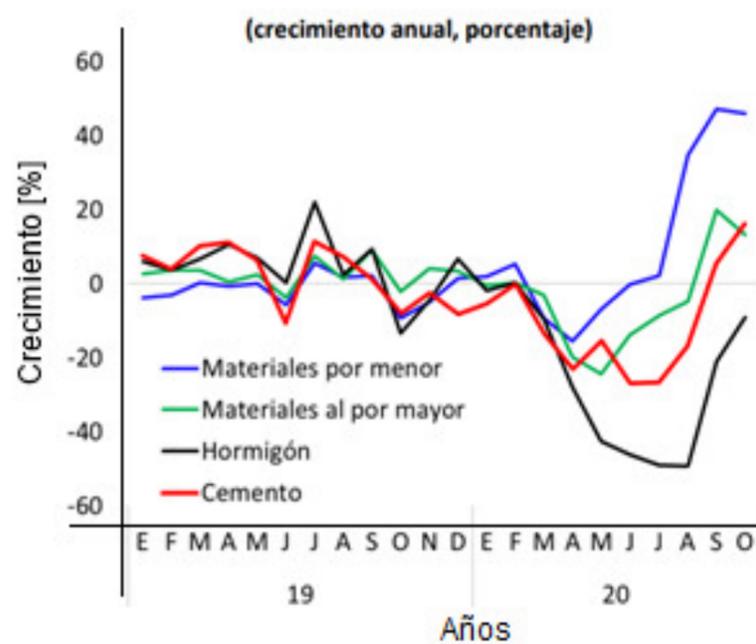
## INFLUENCIA DEL COVID-19

La pandemia de Covid-19 es un fenómeno que azota las economías de los países produciendo cambios en la demanda y la capacidad productiva de los distintos sectores.

De acuerdo a las estadísticas de la cuenta nacional [6] y el estudio económico de la OCDE [7], las inversiones en el sector de la construcción caen en un 26,1% anual entre el tercer y cuarto trimestre del año 2020, producto de la detención de la cadena productiva del sector provocada por la pandemia.

Como se muestra en la Imagen 10, la venta de materiales para el sector de la construcción sufre una importante caída hacia el término del año 2020, debido a la incertidumbre ante posibles rebrotes que justifica la decisión, de parte de las empresas, para postergar las obras temporal o definitivamente.

Imagen 10.- Indicadores de venta y producción de materiales de la construcción.

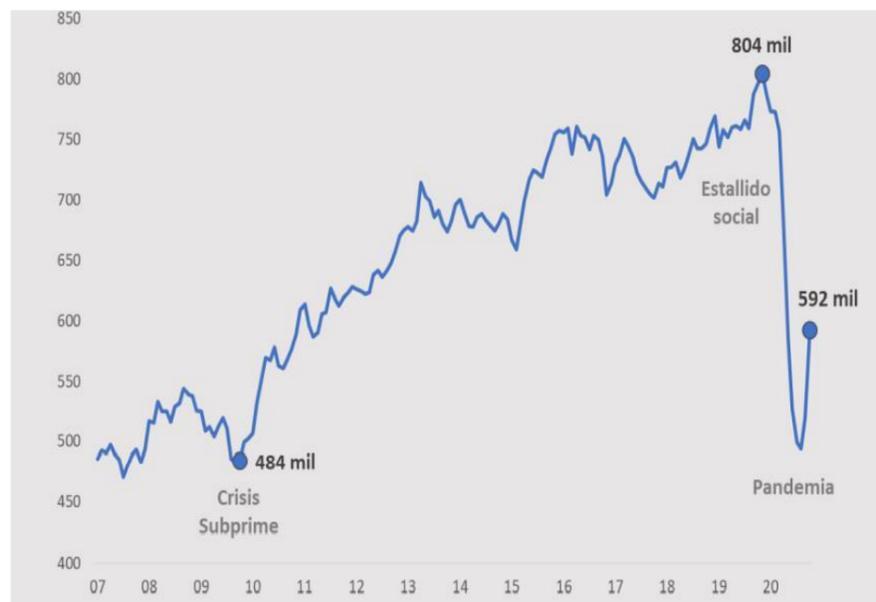


Fuentes: CChC e INE.

Con respecto a la situación laboral, las medidas de mitigación impuestas por el gobierno para hacer frente a la crisis sanitaria junto con una menor inversión hacia el sector de la construcción producto de la contracción económica, generan una fuerte disminución tanto en empleos asalariados como aquellos por cuenta propia, los que comúnmente ejerce un rol amortiguador en el mercado.

La Imagen 11 muestra la caída en torno al 26% que sufren los empleos en Chile producto de la pandemia, luego del peak que se registra a términos del año 2019.

Imagen 11.- Empleo del sector de la construcción en miles de trabajadores.

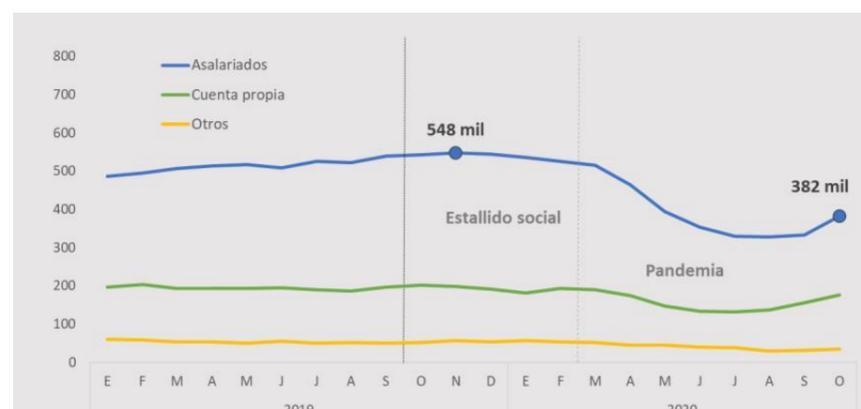


Fuentes: CChC e INE.

Según el informe para impulsar la productividad en la industria de la construcción china [1], y con datos obtenidos desde el informe MACH del 2020, la tasa de desempleados se estima en 18% hacia el término del año 2020, considerando tanto a inactivos como a trabajadores con suspensión de contrato debido a las medidas adoptadas por las distintas empresas.

En Octubre la dirección del trabajo reporta 149 mil términos de contrato y 34 mil despidos por necesidad de la empresa siendo los asalariados los más afectados (Imagen 12).

Imagen 12.- Empleo sectorial según categoría ocupacional en miles de trabajadores.



Fuentes: CChC e INE.

Frente a este escenario el gobierno implementa el subsidio al empleo, con lo que se incentiva el reingreso de trabajadores con contratos suspendidos asumiendo parte de las remuneraciones. Sin embargo, la incertidumbre de las empresas ante posibles rebrotes no solo afecta la decisión de inversión, sino también la utilización de los factores productivos, las medidas sanitarias y el distanciamiento social se pueden traducir en la menor utilización de la mano de obra.

Los permisos de edificación y la venta de viviendas también se ven afectadas registrando importantes caídas en cuanto a la aprobación de permisos de edificación y demanda de viviendas sin subsidio habitacional, además de un aumento en la oferta del sector inmobiliario.

## FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCTIVIDAD

Mabesh Gundecha en el documento “Study Of Factors Affecting Labor Productivity At A Building Construction Project In The Usa: Web Survey” [8] establece los principales factores de cambios de productividad como:

1. **Tiempo:** El trabajo en horario extendido inicialmente deriva en un aumento de la producción, sin embargo, las horas extraordinarias son menos productivas y genera fatiga del personal, aumento de ausentismo, baja moral, pérdida de efectividad en supervisión y disminución de la calidad. Lo anterior provoca un aumento en obras rechazadas y un alza en la accidentabilidad. En resumen, las horas extraordinarias continuas se traducen en una disminución de productividad y aumento de los costos estimados.
2. **Ajustes del programa:** La reducción del tiempo estimado para actividades sucesoras, es a menudo la primera medida tomada ante retrasos generados en las primeras etapas de un proyecto. Teóricamente, la incorporación de mayor cantidad de mano de obra permite la compresión del programa sin necesidad de acelerar el desempeño de cada trabajador, no obstante, no es común contar con los recursos necesarios para la adición de nuevo personal y un exceso de este genera obstrucción. En compensación a lo anterior se opta por el trabajo en horas extraordinarias generando disminución en la productividad debido al desgaste del personal o escasez de herramientas, materiales y/o equipos para apoyar la mano de obra adicional.
3. **Tipo de proyecto:** Para lograr una productividad óptima cada miembro de una cuadrilla requiere del espacio y materiales necesario para realizar su labor sin verse afectado por otro trabajador. Las interferencias aumentan cuando se destina más personal para realizar una tarea en específico, o cuando existe un área reducida para ejecutar múltiples partidas en el mismo periodo de tiempo.  
Las interferencias se generan por la mala gestión de parte de la admiración, quienes no son capaces de planificar correctamente las partidas.
4. **Seguridad:** Existen distintos tipos de accidentes que producen descensos de la productividad. Un accidente con resultado de muerte provoca la paralización total de las labores por días e incluso indefinidamente. La hospitalización de un trabajador provoca una disminución del rendimiento de su cuadrilla. Pequeños incidentes que involucren clavos, tropezones u otros derivan en el freno temporal de las labores. Además, un porcentaje de accidentabilidad alto provoca desconfianza, derivando en la ejecución de partidas con mayor cautela y en mayor tiempo.
5. **Calidad:** La deficiencia de esta deriva en insatisfacción, aumento de plazos, costo y partidas no recepcionadas. Adicionalmente, la ineficiencia de equipos y herramientas, debido a su antigüedad o mala calidad, provocan aumento de los tiempos empleados para completar una tarea por reparaciones o refacciones repetitivas. Por otro lado, el uso de materias primas de baja calidad conduce a trabajos insatisfactorios con mayor probabilidad de ser rechazados, e incluso, se puede requerir el doble de material para realizar una labor, provocando aumento del costo y baja de la productividad.

6. **Gestión:** Las habilidades y aptitudes de la gerencia y administración de una obra son cruciales para la obtención de una productividad óptima. Existen muchas organizaciones en las cuales, existe una baja productividad a pesar de contar con mano de obra calificada y tecnologías avanzadas en el área. Por el contrario, los gerentes y administradores comprometidos y experimentados logran mejorar la productividad con tecnologías y personal estándar, ya que, la eficiencia del trabajador depende de su capacidad y su voluntad, por lo cual, el administrador debe brindar la información necesaria y lograr un ambiente de trabajo óptimo, garantizando el uso correcto de las tecnologías disponibles.
7. **Equipos de trabajo:** La existencia de mano de obra calificada juega un papel fundamental en la productividad. Para ser productivos se debe tener mano de obra lo suficientemente calificada y, en lo posible, equipos preestablecidos, ya que, solo basta la ausencia de un miembro de la cuadrilla o la incorporación de uno nuevo, para generar merma en la eficiencia, debido a la imposibilidad de igualar la producción con menos recursos o problemas de desacuerdos, falta de compañerismo e inexistencia de lazos de trabajo.
8. **Motivación:** Mantener a los trabajadores motivados y comprometidos con la obtención de metas es uno de los factores principales dentro de la productividad. Para esto, las ambiciones individuales de los trabajadores se deben asemejar a las de la empresa y trabajar juntos en la obtención y logro de metas propuestas. Factores como retraso en los pagos, inexistencia de incentivos por producción, transporte deficiente, falta de capacitación, imposibilidad de ascensos, entre otros, son factores que reducen el compromiso del trabajador con la empresa y, por ende, carece de estímulo para cumplir metas y lograr entregas de calidad, en los tiempos previstos y bajo los costos estimados.
9. **Supervisión:** La labor de los supervisores es esencial para lograr un aumento de la productividad de la obra, debido a que, son encargados de brindar instrucciones con claridad e inspeccionar y recibir faenas dando paso a las actividades sucesoras. La modificación o poca claridad en planos y/o especificaciones, generan pérdidas de tiempo al solicitar aclaraciones o correcciones, por lo cual, retrasa las labores en ejecución provocando disminución de la productividad de las cuadrillas. La ausencia de un supervisor retrasa la recepción de las faenas necesarias para continuar con las actividades, agravando la situación, cuando se encuentran ligadas a la ruta crítica de un proyecto. Otra dificultad a la cual se ven expuestos es la necesidad de abandonar temporalmente sus puestos de trabajo para analizar posibles modificaciones al proyecto, acelerar procesos con anteriores retrasos, entre otros, lo cual impide la correcta realización de sus labores.
10. **Materiales y herramientas:** La productividad de la construcción se ve ampliamente afectada si los materiales, equipos y herramientas no se encuentran disponibles en el tamaño, lugar, cantidad y horario requerido para su utilización. El tamaño adecuado de un equipo, dependiendo de la proporción del proyecto, se encuentra directamente relacionado con el tiempo necesario para realizar la labor y, por ende, con la eficiencia del operador. El lugar seleccionado para el acopio de materiales y herramientas debe ser fijo y estratégico, permitiendo la obtención oportuna sin necesidad de traslado debido a la mala planificación

de parte de la administración. La cantidad de herramientas y materiales debe garantizar la fluidez de los trabajos en obra, la carencia de materiales, equipos y herramientas genera paralización o retrasos en actividades, reduciendo la eficiencia.

11. Planificación: La deficiencia en la planificación de faenas en las etapas iniciales de un proyecto, generar una pérdida de productividad importante por factores como escasez de equipos o mano de obra, deficiencias en el diseño de instalaciones (distancia a servicios higiénicos, comedores, bodegas, etc.), disminución de presupuestos, entre otros.
12. Factores naturales: La ubicación de proyectos en climas extremos (frío o calor), distancia a urbanizaciones y otros; dificultan la realización fluida de actividades debido al conflicto para obtención de combustible, agua, comida y servicios en general; por lo cual, se genera una pérdida de productividad importante.
13. Factores externos: El clima es uno de los factores determinantes en la productividad, ya que, situaciones climáticas adversas impiden la correcta realización del proyecto, aumentando los plazos, costos y disminuyendo la productividad. Es evidente en trabajos externos como encofrados, hormigón de fundaciones, pinturas, enlucidos exteriores y otros, en los cuales, el viento, la lluvia, el frío y el calor repentino dificulta su correcta realización. Por otro lado, las pandemias, son factores externos que, en el peor de los casos, frenan la producción de las obras por tiempos indefinidos y sin posibilidad a restauración o mejoras oportunas.
14. Factores políticos: las leyes, la estabilidad del gobierno y, sobre todo, las políticas fiscales afectan la disponibilidad, disposición y apertura de plazas de trabajo, por lo cual, están directamente relacionadas con el aumento o disminución de la productividad en la construcción.

## PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

El rendimiento tanto de materiales como de maquinarias y herramientas son valores finitos por lo que su productividad es fácil de obtener. Sin embargo, la mano de obra posee un desempeño altamente variable y determinada por innumerables factores.

La productividad laboral es aquella en la cual se relaciona la mano de obra, en términos de costo, con la cantidad de productos realizados con una determinada cantidad de insumos, es decir, la cantidad de bienes o servicios generado por la mano de obra por unidad de tiempo. Adicionalmente, la productividad laboral refleja la eficiencia con la que trabaja cada cuadrilla y sus integrantes.

## RELACIÓN ENTRE MANO DE OBRA Y COSTO DEL PROYECTO

La productividad de la mano de obra se relaciona con el costo directo de las partidas a través de los sueldos y con el costo variable del proyecto a través de los plazos y modificaciones de este.

Para estimar el costo de la mano de obra se debe tener en cuenta el esfuerzo u horas hombre (Hh) necesarias para realizar una partida, la cantidad de obreros que conforman una cuadrilla, el rendimiento de cada cuadrilla y la jornada laboral empleada.

La cantidad de mano de obra necesaria para realizar una labor se puede obtener a través del número de obreros, la jornada laboral y el rendimiento de la cuadrilla.

*Ecuación 3.- Cantidad.*

$$\text{Cantidad} : H * \frac{h}{R}$$

*Donde: H: Cantidad de obreros de la cuadrilla.*

*h: Jornada laboral. (Generalmente 8 hrs.)*

*R: Rendimiento de la cuadrilla.*

El valor obtenido a partir de la Ecuación 3 se expresa en horas- hombre por unidad (Hh/unid), es decir, la cantidad de trabajo o esfuerzo para generar una ciertos producto o unidades.

Para efectos de esta memoria, se entiende productividad laboral como sinónimo de cantidad ya que ambos conceptos involucran la mano de obra como entrada y la producción como salida.

## COSTO DIRECTO

El costo unitario de una partida se subdivide en:

- 1- Valor de horas hombre.
- 2- Equipos y herramientas.
- 3- Materiales y subcontrato.

Por lo que la mano de obra guarda relación directa con el costo unitario de cada partida y con el presupuesto total del proyecto.

Si se considera la Ecuación 3, al disminuir el rendimiento o aumentar el número de obreros en la cuadrilla, aumenta la cantidad y con ella el costo asociado a la partida. En otras palabras, la cuadrilla es menos productiva elevando su valor debido al tiempo que tarda en realizar una partida.

Cabe destacar que, la influencia del valor de la MO en el costo total de la partida depende del porcentaje de incidencia de los obreros en la labor empleada, es decir, si se considera una partida como “demarcación de pavimento” en la cual existe solo mano de obra y materiales de bajo costo, una baja productividad eleva en exceso el valor final de la partida. Por otro lado, si esta vez se considera una partida como “Base de pavimento” en la que se incluye maquinarias y en ocasiones subcontratos generando un análisis de precios unitarios más extenso, una disminución de la productividad influirá en menor medida debido al menor porcentaje de incidencia.

## COSTO INDIRECTO O VARIABLE

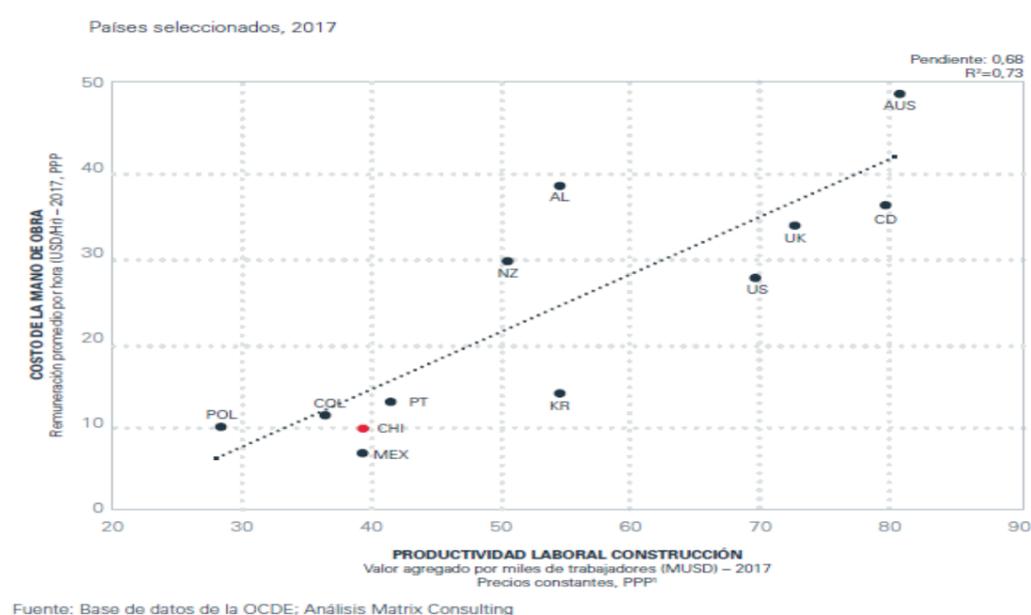
El costo variable es aquel que cambia en función del nivel de actividad y producción de bienes y servicios. Dentro de este se encuentra todo valor que aumente o disminuya en función del tiempo como los sueldos del personal de obra y oficina (sueldos de administración, oficina técnica, guardias, etc.), gasto de insumos (papelería, tinta, etc.), valor de servicios (luz, agua, gas), entre otros.

Tomando en cuenta la Ecuación 3, la cantidad (productividad de la MO), el número de obreros y el rendimiento de la cuadrilla se relacionan entre sí por lo que, cualquier variación de estos componentes altera los plazos de ejecución de una partida modificando el presupuesto y en el peor de los casos, si esta partida pertenece a la ruta crítica, se desplaza toda actividad que le sucede extendiendo el plazo del proyecto, aumentando el costo variable, obligando el pago de garantías, multas y otros.

## VARIACIÓN DE SUELDOS

Cómo se logra distinguir en la Imagen 13, la productividad laboral posee una relación directa con el costo de la mano de obra. Los costos asociados al factor humano aumentan para empresas o cuadrillas más productivas pero, la entrega de proyectos en el tiempo estimado, dentro de los márgenes presupuestados y de calidad óptima, generan un aumento de utilidad superior al aumento de sueldos por especialización. Además, considerar el contrato de cuadrillas más productivas a pesar de su costo elevado, garantiza la entrega de proyectos dentro de los plazos estimados, impidiendo el aumento del costo indirecto o variable.

Imagen 13.- Relación entre el costo de la MO y la productividad laboral en la construcción.



Fuente: Base de datos de la OCDE; Análisis Matrix Consulting.

## INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD DE LA M.O

En todo proyecto existen 4 indicadores de importancia:

- Costo: Mide los egresos o salidas asociados a la prestación de servicios o realización de un producto.
- Tiempo: Tienen por finalidad medir el tiempo consumido en una actividad, desde el inicio hasta el fin de esta.
- Calidad: Permiten evaluar la calidad tanto es procesos, productos y servicios, con el fin de asegurar la satisfacción del usuario y/o cliente.
- Productividad: Guarda relación con la eficiencia con la cual se utilizan los recursos (maquinarias, mano de obra, materiales, etc.).

Se espera que las actividades que conforman un proyecto se ejecuten de acuerdo con los rendimientos programados. El índice de productividad (PF) es fundamental ya que mide la variación entre la productividad real y la estimada comparando el avance real con respecto al proyectando, anticipando posibles problemas y permitiendo la toma de medidas oportunamente.

Adicionalmente, a través del índice de productividad se puede estimar la tendencia productiva de la mano de obra, por lo que admite establecer metas realistas durante el proceso productivo.

*Ecuación 4.- Índice de productividad.*

$$PF = \frac{\textit{Productividad real}}{\textit{Productividad programada}}$$

Cabe destacar que, para la obtención de la productividad real es necesario fijar puntos de control o hitos para estimar cuantitativamente el avance realizado.

Comúnmente se trabaja con sistemas que entregan costos reales al finalizar el proyecto, los que monitorean las distintas actividades durante su ejecución. No se acostumbra mantener registros actualizados durante la construcción de los proyectos para controlar efectivamente la productividad.

Actualmente el mercado de la construcción es altamente competitivo y con exigencias que aumentan constantemente por lo que es fundamental asegurar la rentabilidad a través de la productividad. En este contexto medir la productividad de la mano de obra resulta ser una herramienta eficaz en la evaluación de la rentabilidad con mayor precisión del proyecto.

### ¿CÓMO MEDIR PRODUCTIVIDAD?

Es claro que, no es posible implementar mejoras y poseer control sin tener registro y seguimiento de lo que se desea medir.

Existen distintos enfoques o métodos de análisis orientados a medir la productividad en obra, algunos de ellos son:

#### TRADICIONAL

El método más utilizado para medir la productividad de la mano de obra es aquel basado en datos históricos extraídos de registros de eficiencia en proyectos anteriores y se compara con datos actualizados, para esto, es necesario medir el volumen y tiempo que tarda la cuadrilla en determinada labor.

A pesar de que el método de comparación permite tener un referente y visualizar el aumento o merma de la productividad de una empresa, es indiferente a la competencia (compara datos propios), y no permite medir la productividad a través del tiempo ya que la labor debe finalizar para obtener una estimación de la eficiencia y lograr compararla. Por ello no permite tomar decisiones oportunas con el objetivo de cumplir plazos y costos previstos.

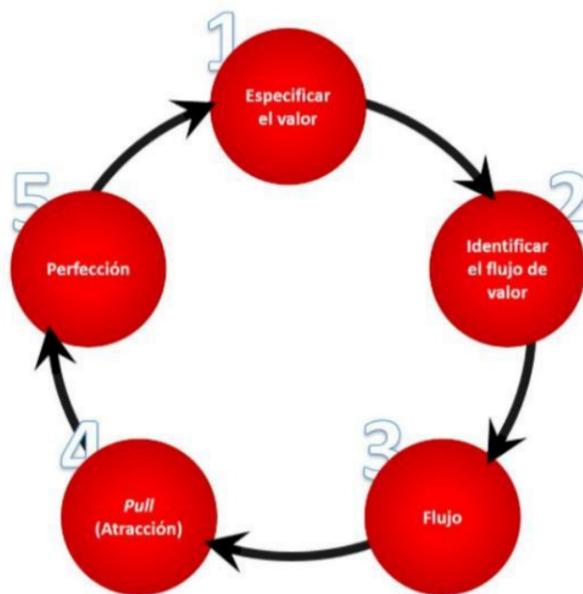
Una mejora a lo anterior son los brechmarketing usados como técnica básica para mejorar el desempeño. A través de estos es posible contrastar distintas empresas utilizando herramientas como encuestas, recopilación de datos, análisis estadístico y otros.

## LEAN CONSTRUCTION

Busca la construcción sin pérdidas maximizando el valor. Se trata de un conjunto de técnicas que inducen al aumento de la productividad, teniendo como principio básico reducir o eliminar actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las que si lo hacen.

Como se muestra en la Figura 5, la filosofía Lean aplicada a la construcción se basa en 5 principios básicos [9].

Imagen 14.- Principios Lean construction.



- Principio N°1: Identificar el flujo de valor desde el punto de vista del cliente final o consumidor, es decir, dar respuesta a la pregunta “¿Qué es lo que el cliente quiere?”.
- Principio N°2: Identificar los pasos en el flujo de valor para cada familia de productos y eliminar cualquiera que no cree valor.
- Principio N°3: Hacer que las actividades creadoras de valor fluyan de manera continua logrando un proceso sin interrupciones.
- Principio N°4: Permitir que el cliente atraiga el producto según sus necesidades (pull) en lugar de empujar productos no deseados al consumo (push).
- Principio N°5: Una vez logrado los principios 1, 2, 3 y 4, iniciar nuevamente el proceso hasta alcanzar la perfección donde se cree valor sin desperdicios.

Adicionalmente es común incorporar 2 principios extras.

- Principio N°6 de Transparencia: Permite acceder a más información facilitando la incorporación de nuevas metodologías que agreguen valor. Además, se genera una retroalimentación clave en el pensamiento Lean y brinda la posibilidad a distintos actores de tomar acción en las decisiones.
- Principio N°7 de Capacitación: Eleva las capacidades de los actores fomentando el trabajo en equipo, potenciando la transferencia de información correcta en el momento oportuno, brinda la posibilidad de delegar responsabilidad y trabajar en mejoras continuas. Si adicionalmente se logra trabajar de manera colaborativa a lo largo de toda la cadena de valor las mejoras se hacen evidentes y radicales.

### REINGENIERÍA DE PROCESOS.

Considera el replanteamiento y posterior diseño de los procesos para lograr mejoras dramáticas en costos, calidad, servicio y rapidez [10].

Se busca redefinir los procesos atendiendo nuevas exigencias del mercado, situar como prioridad al cliente e implementar nuevas tecnologías. Se persiguen beneficios económicos, lograr la satisfacción del cliente, mejorar el servicio, metodologías de trabajo y ambiente laboral al conseguir una mejor definición de las labores.

Esta metodología está conformada por distintas etapas dependiendo el objetivo, de las que se distinguen:

- Preparación de los empleados al proceso de cambio.
- Transmisión: se informa sobre los posibles cambios.
- Análisis de los procesos de la organización: Se desarrolla el método con el cual se implementan los cambios y se establece jerarquía o prioridad en ellos.
- Implementación del cambio: Se da inicio a procesos modificados y se utilizan nuevas tecnologías en ellos.
- Supervisión y evaluación de la implementación: Donde se determinan las mejoras o fallas.

Debido a que esta metodología busca constantes mejora de procesos, implementación de nuevas tecnologías y otros; es posible utilizar la reingeniería de procesos con el objetivo de aumentar la productividad en cualquier organización.

## ESTIMACIÓN DE PRODUCTIVIDAD ÓPTIMA

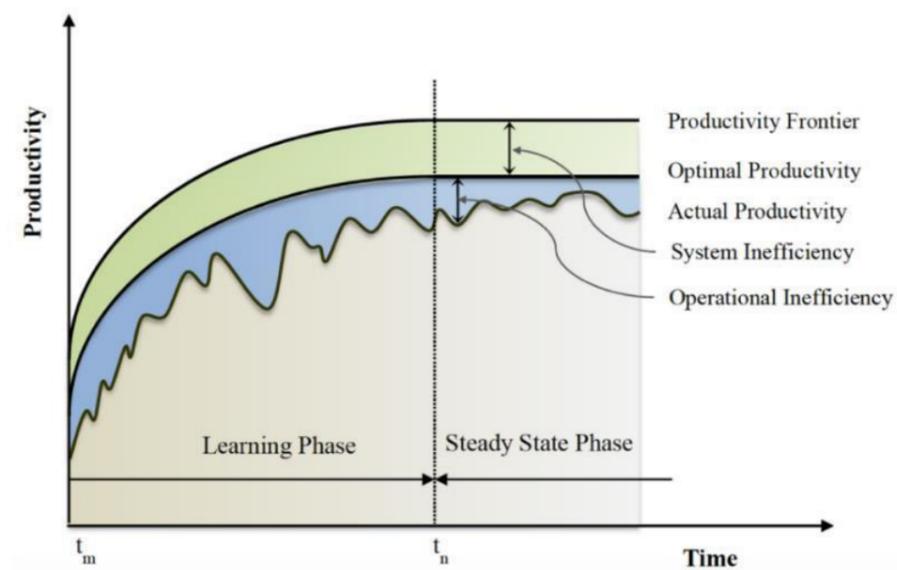
Pretende estimar la productividad óptima de la mano de obra para proyectos con alta cantidad de recursos humanos [11].

Una buena estimación del más alto nivel de productividad que se puede alcanzar permite poseer un valor certero con el cual comparar la producción actual y con esto, estimar la eficiencia de la mano de obra para la administración.

La metodología de doble ruta o de 2 frentes propone analizar las condiciones individuales de cada obra y de las operaciones de esta siguiendo 2 enfoques “de abajo hacia arriba” y “de arriba hacia abajo”, a través de las cuales se obtienen tres valores de productividad:

- Productividad actual: Se obtiene a través de la estrategia “de abajo hacia arriba” estimando la caída que sufre la productividad debido a fallas en operaciones.
- Productividad frontera: Se obtiene a través de la estrategia “de arriba hacia abajo” estimando la caída que sufre la productividad debido a fallas en los sistemas.
- Productividad óptima: Productividad objetivo a la cual se aspira. Permite a los administradores comparar y obtener la eficiencia de la mano de obra. Cabe destacar que, se trata de un rango con límite inferior igual a la productividad actual menos las pérdidas por operaciones y límite superior igual a la productividad frontera más las pérdidas por ineficiencia del sistema.

Imagen 15.- Dinámica de productividad.



## CPM Y PERT

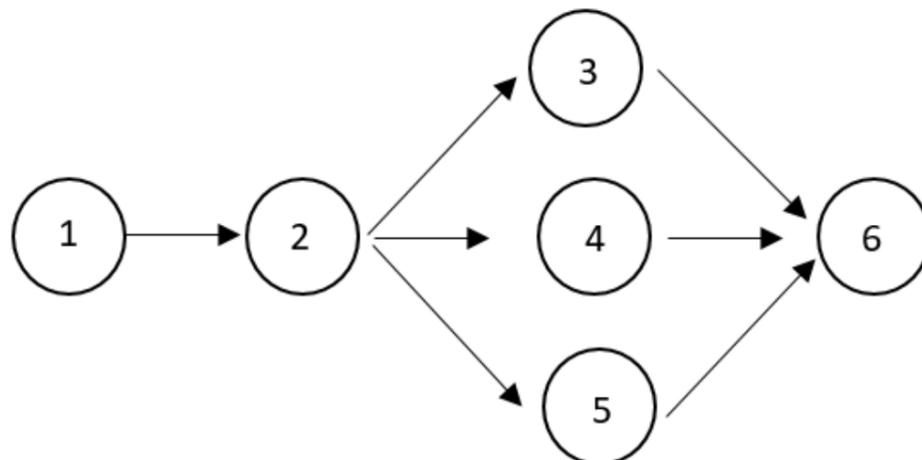
El método de la ruta crítica (Critical Path Method), y la técnica de evaluación y revisión del programa (Program Evaluation and Review Technique), son técnicas de gestión de proyectos basadas en redes y se utiliza para identificar y programar secuencias de tareas o actividades generando un cronograma para el proyecto. Al utilizar estos métodos de programación es posible calcular la ruta más larga y corta del proyecto, es decir los inicios y términos tempranos y tardíos. Además, permite determinar la criticidad de las actividades y tener conciencia de la holgura en las restantes.

Existen 3 puntos fundamentales para utilizar diagramas de red:

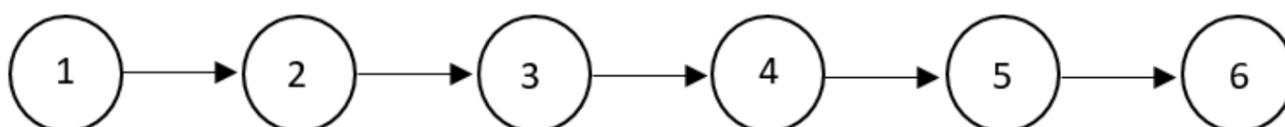
- Definir todas las actividades necesarias para finalizar el proyecto.
- Definir la dependencia o independencia de unas con otras.
- Definir el tiempo que se tarda en realizar cada tarea.

Debido a que los métodos tradicionales no considera la limitación de recursos se incorpora el método de recursos críticos, ya que son determinante al momento de definir la dependencia de las distintas actividades, por ejemplo: si se cuenta con 3 cuadrillas distintas es posible realizar actividades paralelas (Imagen 16), de lo contrario, si existe solo 1 cuadrilla, estas actividades se vuelven dependientes unas de otras (Imagen 17), a pesar de que se puedan realizar al mismo tiempo.

*Imagen 16.- Actividades paralelas.*



*Imagen 17.- Actividades dependientes.*



La ruta crítica inicial puede variar a lo largo de un proyecto cuando una de las tareas paralela (con holgura), sufre retrasos demasiados extensos pasando a formar parte de la ruta crítica y en consecuencia, modifica el tiempo total estimado para realizar el proyecto.

Los métodos PERT y CPM, a pesar de ser utilizados en paralelo tienen como principal diferencia el tiempo utilizado. El método de la ruta crítica utiliza una estimación de la duración de las actividades fija basado en estadísticas, mientras que PERT es un modelo probabilístico en el cual se estima 3 tiempos, el más probable, muy probable y el menos probable.

Una correcta planificación de las distintas actividades necesarias para realizar cualquier tipo de proyecto, además de la actualización del cronograma, es fundamental para lograr aumentar la productividad permitiendo el total control del tiempo que se puede tardar una faena y en cuál de ellas se debe tener especial cuidado.

## CAUSAS DE BAJA PRODUCTIVIDAD

### DIRECTAS

El programa de mejoramiento de la gestión en el artículo “El desafío de mejorar la productividad en la industria de la construcción” [12] establece 4 razones principales para la baja productividad chilena. Adicionalmente, la consultora estratégica McKinsey [13] y el artículo “La influencia de los cambios en la productividad de la construcción” [26], añade otras posibles causas a la baja productividad observada a nivel mundial.

### POCA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN

En el PMI se define la dirección del proyecto como “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este.”, establece que la dirección eficaz y eficiente de un proyecto permite el logro de los objetivos establecidos, es decir, una buena planificación y administración admite crear un producto dentro de los plazos, costos y estándares de calidad propuestos.

Así como en el método PERT o técnica de evaluación y revisión de proyectos existen diversas metodologías utilizadas en la administración de proyectos las que comparten los siguientes elementos básicos:

- Definición de objetivos del proyecto.
- Formulación de un plan de ejecución.
- Ejecución de actividades del plan.
- Seguimiento a la ejecución de actividades para detectar oportunamente posibles cambios del plan.
- Cierre del proyecto y evaluación de resultados.

La planificación, coordinación y supervisión de un proyecto, es fundamental a la hora de aumentar la eficiencia con la cual se trabaja y lograr los objetivos de una organización garantizando un óptimo desarrollo, ejecución de las distintas faenas y potenciando la productividad en las labores.

## BAJA ESTANDARIZACIÓN

Se entiende estandarización como el proceso de tipificación o implantación de normas claras y precisas de distintos procesos a los que se dedica la organización.

En este punto la ISO 9001 sobre gestión de la calidad es la norma con mayor reconocimiento a nivel mundial para la gestión de la calidad y ofrece herramientas que permiten definir objetivos, monitorear y medir desempeño de procesos, definir con precisión los productos, entre otros. Por lo tanto, proporciona el marco y la estructura para generar estándares.

Para generalizar un proceso se debe:

- Definir las distintas líneas de producción del ciclo productivo, por ejemplo, instalaciones, mantenimiento, etc.
- Definir el proceso de cada línea de producción.
- Estudiar cada proceso a través de diversos métodos como lo son los diagramas de flujo.
- Establecer un procedimiento de trabajo definido para cada proceso y sus puntos de control.
- Verificar que se cumplen los procedimientos establecidos.

La estandarización genera especialización reflejada en los niveles de subcontratación, para lo cual, en Chile el porcentaje promedio alcanza un 36%, muy inferior al 69% de países referentes. Según la CDT [5] el subcontrato es la primera causa de incumplimiento a la planificación (pérdida de productividad), restringiendo el modelo de gestión y óptimo desarrollo de una industria de proveedores.

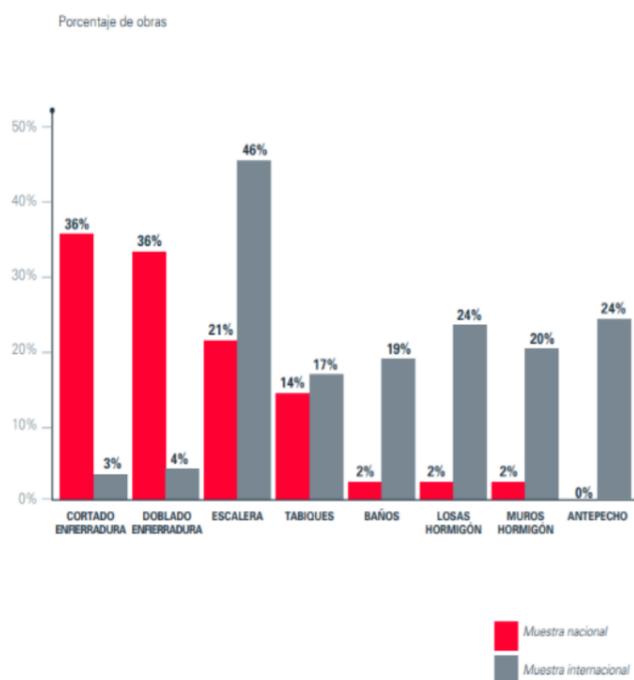
Algunos de los beneficios con la estandarización son el aumento de la especialidad en la ejecución de un proceso, mayor claridad en los costos, aumento de la calidad del producto y aumento de la competitividad y productividad.

## USO DE PREFABRICADOS

Los prefabricados o elementos fabricados en serie y luego trasladados hasta su lugar de disposición final, son cada vez más cotizados a nivel global debido a su aporte a la disminución del tiempo empleado, aumento de la productividad y calidad, mayor eficiencia, predictibilidad de plazos, reducción de residuos, aumento de la seguridad en el trabajo, mejor economía de escala y optimización de costos empleados. Un ejemplo claro del crecimiento del mercado de prefabricados es el expuesto en el estudio realizado por market and market [14] sobre el aumento de la demanda de prefabricados en hormigón, en el cual se proyecta un alza de USD 130,6 mil millones en 2020 a USD 174,1 mil millones en el 2025, destacando el interés por el uso de prefabricados individuales como columnas, vigas, losas y cerchas.

En el estudio “Impulsar la productividad de la industria de la construcción chilena a estándares mundiales” realizado por Matrix consulting para la CCHC [1], el uso de prefabricados puede reducir el costo de un edificio en altura hasta un 7%. En Chile, el principal uso de prefabricados es en elementos sencillos como las enfierraduras, llegando a 33-36%. Sin embargo, en elementos de mayor complejidad o terminados como muros o losas se reduce a un 8% menos que en países referentes (2% en Chile vs 22-28% en países referentes). Además, el estudio arroja un aumento del 22-23% en la productividad de obras que utilizan elementos prefabricados.

Imagen 18.- Edificación en altura con uso de prefabricados.



Cabe destacar que, si bien el uso de elementos de producción en serie implica mayores costos iniciales, estos son superados por la reducción en plazo, mano de obra, adelantamiento del flujo de ingresos, etc.

## CAPACITACIÓN/CERTIFICACIÓN

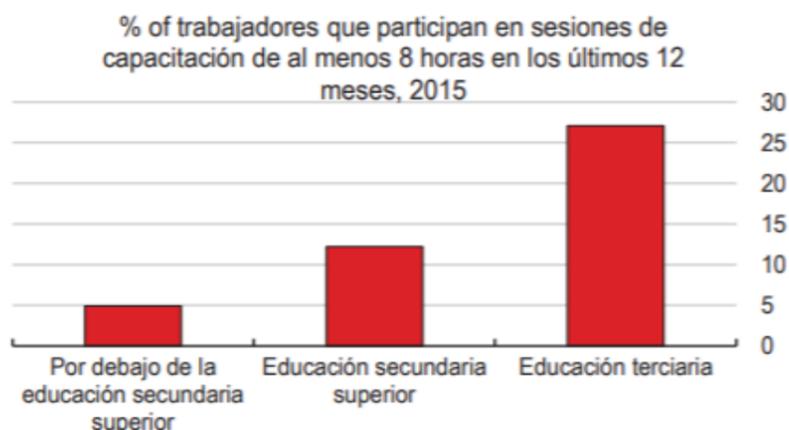
La capacitación y certificación de los trabajadores en las distintas áreas es clave para lograr un aumento de la productividad, ya que a través de estas se brindan nuevas herramientas y conocimientos en los distintos subsectores permitiendo elevar la eficiencia tanto de la mano de obra, como de las nuevas maquinarias o equipos adquiridos. Una empresa con recursos económicos, tecnología de punta y una estructura organizacional óptima, seguirá siendo poco productiva si su personal es poco eficiente y mal capacitado.

De acuerdo con la encuesta Casen [15], para la totalidad de los sectores productivos en Chile sólo el 0,1% del PIB se invierte en capacitaciones y solo el 14% del total de chilenos ocupados accede a este beneficio. Peor es el caso del sector privado, en donde solo el 4,6% de los trabajadores reciben capacitaciones.

El estudio de productividad del sector de la construcción [1] evidencia una carencia en la cantidad de capacitaciones para el sector. Solo el 8% de los trabajadores declara recibir algún tipo de formación mientras que en países como Canadá o Reino unido este porcentaje asciende a 13-16%. Además, de las 80.000 capacitaciones en el año solo 16.000 guardan relación con temas propios del sector y la mayor parte de ellas no posee relación directa con el área (prevención de riesgo, computación, transporte, etc.).

Por último, en todos los sectores las capacitaciones están dirigidas hacia trabajadores mejor cualificados, por lo tanto, aquellos con mayor vulnerabilidad poseen menos posibilidades de fomentar sus competencias.

Imagen 19.- Capacitación hacia trabajadores mejor calificados.



Fuente: Estudio económico de la OCDE, febrero 2018

Para lograr subsanar este déficit no solo se requiere del aumento del número de capacitaciones realizadas, sino también la planificación y posterior evaluación de estas.

## FRAGMENTACIÓN DEL MERCADO

La fragmentación del mercado se entiende como la división de los distintos actores de un proyecto, los que suelen trabajar por intereses individuales y no colaborativamente por un bien común para la entrega de proyectos de calidad, dentro del plazo y costo establecido.

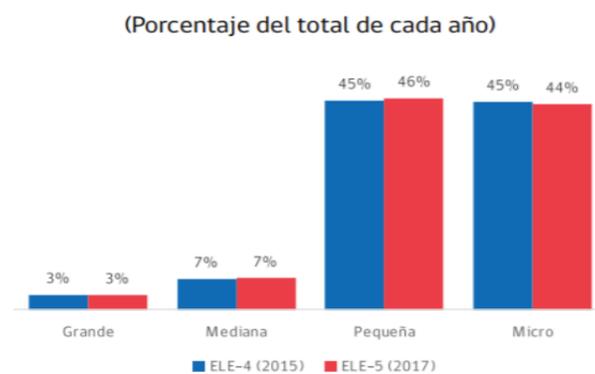
La parcelación principalmente evita:

- Que las empresas logren el tamaño que se requiere para acceder a beneficios de escala.
- La coordinación oportuna entre los participantes.
- Información sólida sin ambigüedades ni desacuerdos.

Esto induce a una pérdida de productividad y, por lo tanto, el aumento de plazos y costos provocados por información inconsistente, obstrucciones y/o dificultades no resueltas, baja estandarización, pobre uso de prefabricados y otros.

Un claro indicador de la fragmentación en la cantidad de pequeñas y medianas empresas las que no poseen la mano de obra, calificación o poder económico para lograr innovar y generar cambios importantes en el sector. Esta situación se da a nivel país incluyendo a todos los sectores productivos.

Imagen 20.- Distribución de empresas según tamaño.



Fuente: Encuesta longitudinal de empresas (ELE), ministerio de economía, fomento y turismo.

Un bajo porcentaje de grandes empresas provoca una presión de competencia casi nula y un elevado costo para la demanda, empujando al cliente a adaptar sus necesidades a empresa de menor tamaño con experiencia, técnica y precios no comparables. Lo anterior genera un estado de confort para empresas de menor tamaño, las que suelen dedicarse a negocios locales y acotados sin interrumpir ni ser interrumpidos y actúa como desincentivo para mejorar la productividad como fuente de ventaja.

## CAMBIOS

En el estudio “La influencia de los cambios en la productividad de la construcción”, publicada por Felipe Araya en el año 2021, evidencia una cronología en el estudio de los cambios a proyectos como una de las principales pérdidas de productividad del sector y con ello surge la necesidad de implementar modelos que ayuden a la gestión de las ordenes de cambio.

En el artículo se reconocen los cambios como bastante comunes he incluso inevitables identificando los errores, omisiones, modificación del diseño, falta de material, transferencia de información, trabajos fuera de secuencia y condiciones imprevistas, como las principales causas que derivan en una orden de cambio.

A pesar de que las modificaciones a la mayoría de los proyectos no superan el 10% de los trabajos, estos repercuten en faenas posteriores provocando pérdida de productividad cercas al 30% tanto en el contrato base, como en el propio cambio. Por ello se genera un alza de plazos y sobre costos acumulativos, los que aumentan conforme el avance del proyecto, es decir, mientras mayor sea el porcentaje de avance al momento del cambio, mayor es la perdida de eficiencia en su ejecución.

Es importante considerar que, la capacidad de absorción de las modificaciones aumenta con la envergadura del proyecto.

La mal asignación de recursos, implementación de procedimientos innecesarios, extensos procesos de aprobación y gestión mal organizada de las modificaciones realiza aportan en la merma de eficiencia, elevando los plazos y sobrecostos asociados.

Para subsanar esta pérdida de productividad es primordial:

- Identificar la causa raíz del cambio para gestionar eficientemente.
- Fomentar la colaboración y comunicación eficiente entre las distintas partes de un proyecto, con el fin de asegurar la transferencia de información oportuna, seguimiento de los efectos acumulativos del cambio y optimización del proceso de aprobación de este.

- Incentivar a los trabajadores con el objetivo de lograr el cumplimiento de las metas propuestas.
- Mayor planificación de tareas y cuadrillas.
- Actualización constante de los registros de avance del proyecto.

## INDIRECTAS

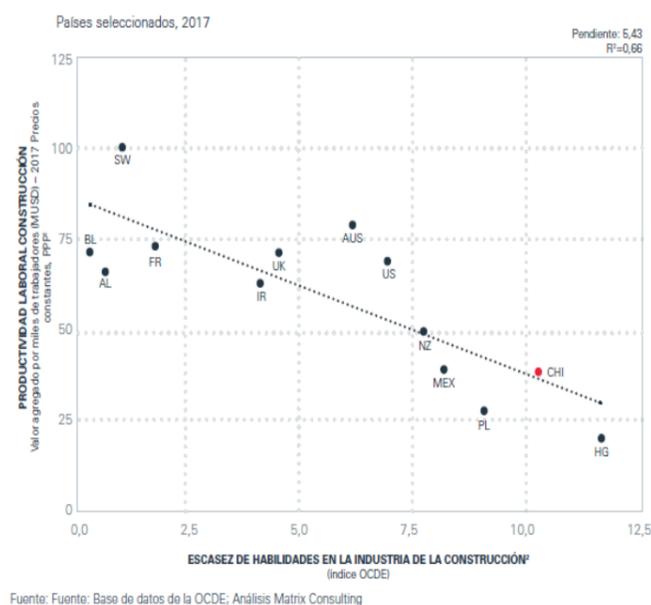
### DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA CALIFICADA

Según la OCDE [7] los países con mayores índices de escasez de mano de obra coinciden con aquellos con menor productividad laboral. Países como Chile y México poseen escasez de la mano de obra en torno al doble comparada a países del Reino Unido.

La prueba PIAAC (prueba de competencias del adulto), dictada por la OCDE arroja que solo un 6% de los adultos poseen niveles de habilidad medio alto para el trabajo y un 42% con habilidades insuficientes. Esto da cuenta de una problemática importante para el Chile la que debe ser subsanada con rapidez.

Las remuneraciones, éxodo de trabajadores al sector minero, inseguridad en trabajos de construcción y otros provocan la pérdida o baja disponibilidad de mano de obra y del trabajo calificado.

Imagen 21.- Relación entre escases de la mano de obra calificada y productividad laboral.



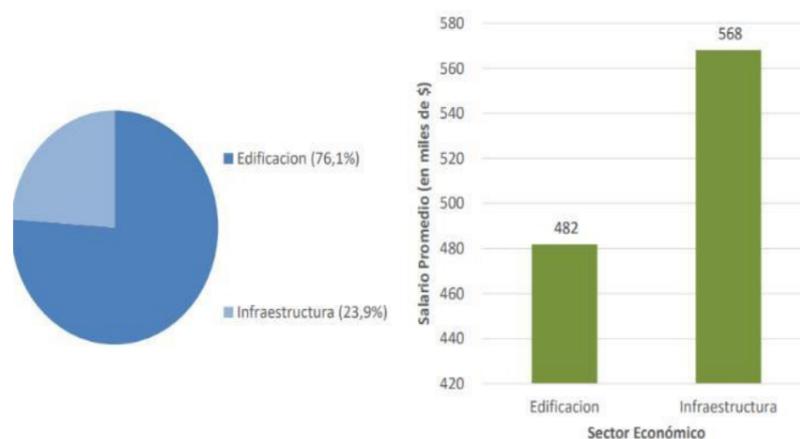
## REMUNERACIONES

La productividad y las remuneraciones son directamente proporcionales y así lo confirma la OCDE que estima el aumento de la remuneración en aproximadamente 1,5% para un 1% de aumento en productividad (medida como valor agregado por trabajador).

El costo de la mano de obra en construcción en Chile es bajo con respecto a países referentes. Estados Unidos, Alemania y Australia poseen remuneraciones de 37%, 26% y 20% mayores, lo que se refleja en el valor del salario mínimo siendo 2,1 veces el salario mínimo de Chile.

En Chile, la cantidad de dinero percibida por un trabajador promedio en construcción es de \$507.512.- para el año 2020 según el estudio de caracterización del sector de la construcción [1]. El salario es un 10% más bajo que el sueldo promedio en Chile, por lo tanto, el costo para la empresa o salario para el trabajador es bajo. El subsector con mayor remuneración y menor cantidad de plazas de trabajo es el de infraestructura la que abarca  $\frac{1}{4}$  de los empleos brindados por el subsector de edificación (Imagen 22)

Imagen 22.- Relación entre subsector y salario.



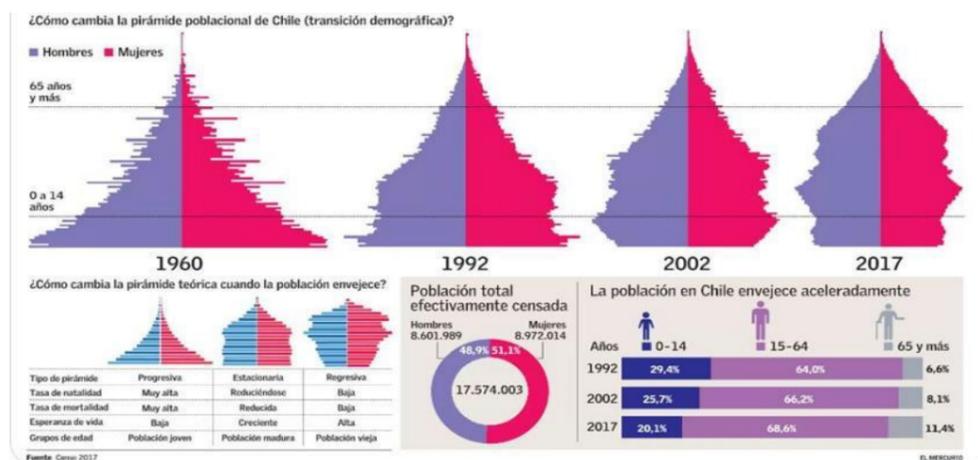
Fuente: Estudio caracterización trabajadores sector construcción, CCHC

Es importante considerar que el sector presenta dispersión en las cifras, es decir, un puesto que requiera de mayor especialidad posee mejoras salariales, las que aumentan hacia los subsectores que prestan servicio a la minería chilena como lo es el montaje.

## ENVEJECIMIENTO DE LOS TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN

El envejecimiento de la población es un problema a nivel mundial. La mano de obra experimenta el aumento de la edad promedio en todos los sectores productivos y es una de las principales razones por las cuales existe déficit de fuerza laboral.

Imagen 23.- Envejecimiento de la población chilena.

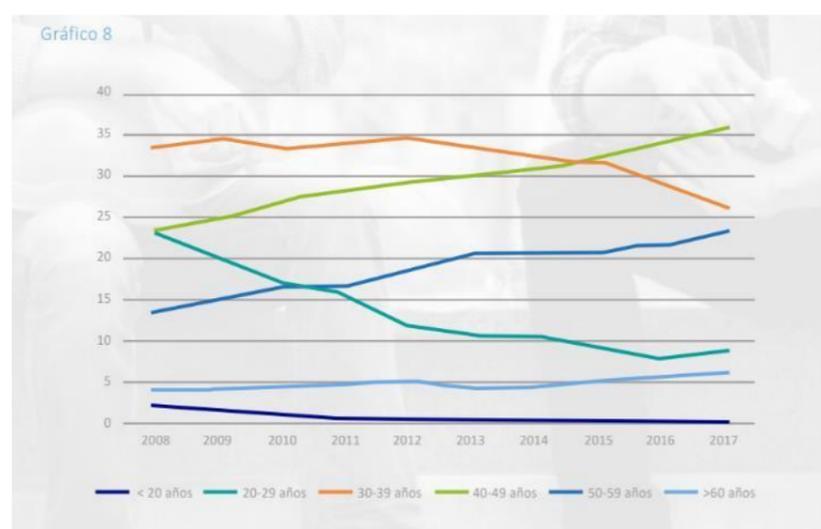


Fuente: Censo 2017.

Ya en el año 2017 la pirámide que modela las edades en Chile es de forma regresiva por lo que la población envejece a un ritmo acelerado. Este fenómeno se ha ido acrecentando con el pasar de los años y se debe a la baja natalidad y disminución de la mortalidad debido al aumento de la esperanza de vida en el país.

Para el sector se vuelven cada vez más recurrentes los contratos sobre los 50 años y la disminución de estos bajo los 39 años lo cual da cuenta de un claro envejecimiento del sector (Imagen 24).

Imagen 24.- Envejecimiento por rango de edad en la construcción.



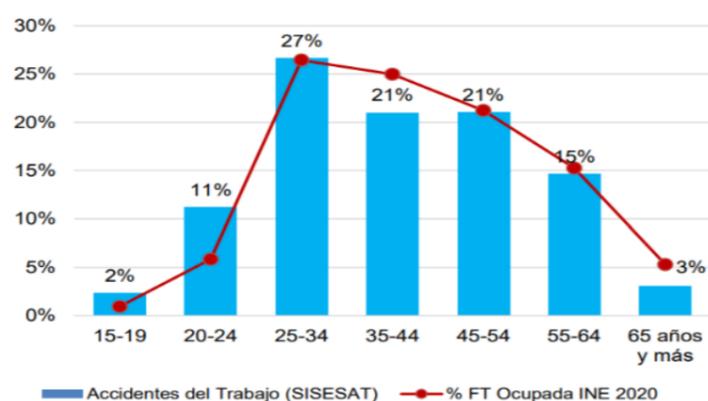
Por otro lado, el envejecimiento puede tener efectos sobre la seguridad y la salud de los trabajadores por la pérdida de capacidades con el aumento de la edad. Algunos cambios fisiológicos y psicológicos se muestran en la Imagen 25.

Imagen 25.- Cambios fisiológicos y psicológicos con la edad.

Motricidad	Movilidad, elasticidad, fuerza reducida y aumento del riesgo a resbalar, dolencias musculares, entre otros.
Vista	Deficiencia visual.
Audición	Deficiencia auditiva.
Capacidad cognitiva	Falta de atención, memoria y reducción de la percepción.
Bienestar	Aumento en tiempos de tratamientos, menor tolerancia al frío o calor, tendencia a la inmovilidad, etc.

A pesar de lo anterior, el compromiso, capacidad de planificación, red de relaciones, pensamiento estratégico, mayor experiencia y habilidad para la gestión son algunos de los beneficios al poseer contratos de mayor edad. Además, como se muestra en la Imagen 26, la accidentabilidad es notablemente menor para trabajadores sobre los 65 años ya que poseen menores índices de ausencia por recuperación, costos asociados a hospitalización, tratamiento, entre otros.

Imagen 26.- Porcentaje de accidentabilidad por edad.

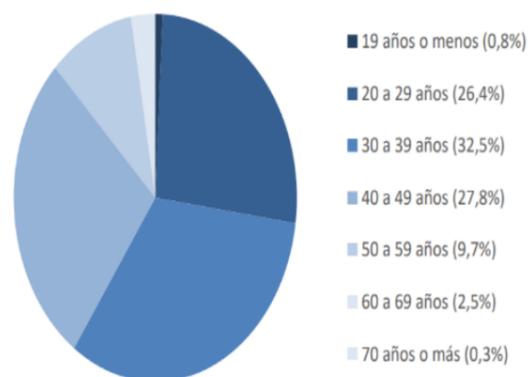


Fuente: Estadística de accidentabilidad 2020, superintendencia de seguridad social.

## DEPENDENCIA MANO DE OBRA EXTRANJERA POCO CAPACITADA

En Chile como en el común de los países en vías de desarrollo y desarrollados la inmigración se vuelve cada vez más recurrente lo que favorece la carencia de mano de obra chilenas. Como se muestra en la Imagen 27, cerca del 60% de los inmigrantes que trabaja en el sector de la construcción está entre los 20 y 39 años, por lo tanto, además de aumentar la mano de obra disponibles, proporciona fuerza laboral joven con altas capacidades.

Imagen 27.- Inmigrantes por edad.



Sin embargo, comúnmente el extranjero no es una persona capacitada o no conoce las normativas y funcionamiento nacional. Cerca del 80% de ellos no posee especialidad o título profesional, lo que puede provocar pérdida de calidad en los distintos proyectos o la necesidad de considerar un aumento del tiempo para capacitar a los nuevos trabajadores.

Por último, los sueldos para inmigrantes son inferiores a los nacionales percibiendo rentas 4% mayor en edificación y 14% en infraestructura, lo que genera merma en los salarios y en los costos del proyecto.

## ÉXODO DE TRABAJADORES AL NORTE

Se experimenta el flujo de la mano de obra jóvenes y/o adultos jóvenes desde regiones hacia el norte de Chile, lo que se debe a la fuerte reactivación en los contratos del sector de la minería principalmente.

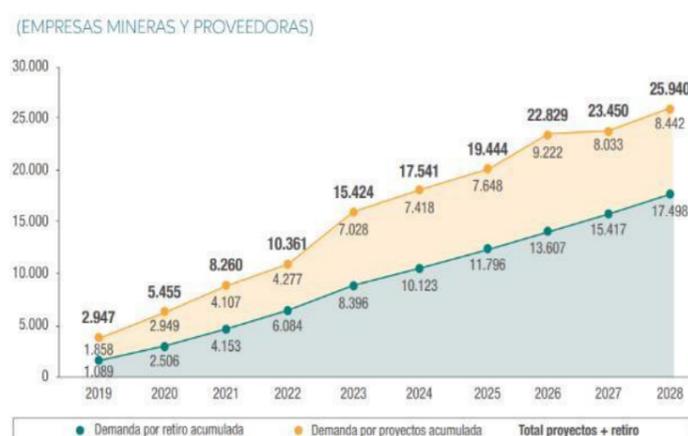
Según Michael Page, empresario de reclutamiento especializado perteneciente a PageGroup, en el 2018, la empleabilidad incrementó un 40% en las ciudades de Iquique, Calama, Copiapó y La Serena en comparación con 2017 [16].

Dentro de los proyectos que generan mayor empleabilidad en minería en el año 2018 se destaca Chuquicamata Subterránea en Calama, Quebrada Blanca fase 2 en Iquique e inversiones en mineras ubicadas en Copiapó y Antofagasta, estas generan el aumento de la demanda de personal técnico, en mantenimiento, operación, venta técnica, en área administrativa y soporte (servicios tecnológicos, recursos humanos y financieros).

Otro de los atractivos en los trabajos generados por la minería, además de remuneraciones elevadas, son las grandes posibilidades de capacitación brindando mayores competencias para la empresa y aumentando el valor propio del trabajador. Se han desarrollado instancias como el programa estratégico Clúster Minero Antofagasta, entre antofagasta minerals y el gobierno regional, enfocado en el desarrollo de proveedores tecnológicos, formación de capital humano, empleabilidad y brindar la posibilidad a estudiantes de pre y postgrado a aumentar sus capacidades hacia el área de la minería. Como destaca el seremi del Trabajo y Previsión Social, “esta es una tremenda oportunidad que se le da a la comunidad para que pueda obtener las capacitaciones necesarias para acceder a la minería y a otras áreas, por medio de incentivos como las becas”.

El estudio de la fuerza laboral minera realizado por el consejo de competencias mineras para el periodo 2019-2028 estima el aumento de la demanda en 25.940 trabajadores, un 12% mayor que el periodo anterior.

Imagen 28.- Demanda total para operación de proyectos y potencial retiro.



Fuente: diagnóstico y recomendaciones de la fuerza laboral de la gran minería chilena, CCM.

## SEGURIDAD

Las condiciones del entorno y del ambiente laboral es otro factor que provoca la preferencia de la mano de obra por otros sectores productivos. Por la naturaleza física de un gran número de actividades ligadas a la construcción es una industria con mayores índices de accidentabilidad [17]. El índice de accidentabilidad sitúa a la construcción dentro de los 5 sectores productivos con mayor cantidad de sucesos.

Imagen 29.- Tasa de accidentabilidad por accidentes del trabajo en mutualidad.

Distribución según actividad económica  
2011 - 2020  
(No incluye accidentes de trayecto)

Actividades Económicas	2011	2019	2020	Variación % (2011-2020)	Variación % (2019-2020)
Agricultura y Pesca	6,8	3,9	3,7	-46%	-6%
Industrias Manufactureras	7,8	4,1	3,5	-55%	-14%
Transporte	7,9	3,8	3,3	-59%	-15%
Construcción	5,8	3,7	3,2	-45%	-14%
Comercio	6,2	3,3	2,4	-62%	-29%
<b>Tasa Total</b>	<b>5,5</b>	<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>-60%</b>	<b>-25%</b>
EGA	4,1	1,5	1,3	-67%	-13%
Servicios	4,0	2,1	1,3	-68%	-40%
Minería	1,8	1,1	1,0	-48%	-10%

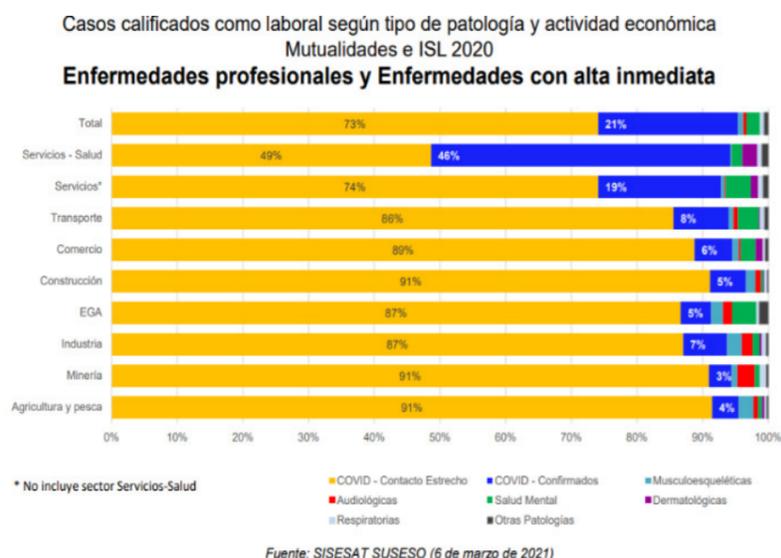
EGA: Electricidad, gas y agua

Activar W

En el periodo 2019- 2020 el índice de accidentabilidad registra una importante caída del 14% para el sector acorde a un periodo de paralización y/o restricción de las labores en el sector debido a la pandemia por COVID-19.

Adicionalmente, siguiendo el contexto de contingencia mundial el sector presenta un elevado nivel de contagio debido a la naturaleza de las labores realizadas, las que al ser realizadas por equipos de individuos impiden el cumplimiento del distanciamiento necesario para frenar la propagación del virus.

Imagen 30.- Denuncias por enfermedades profesionales.

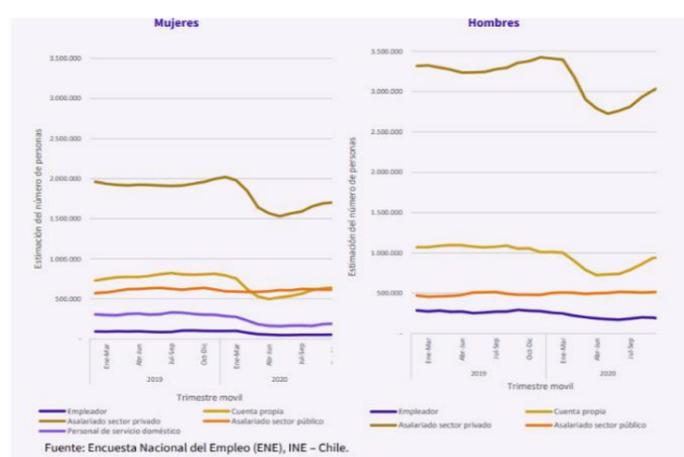


## AUMENTO DESALENTADOS

Se entiende al trabajador desalentado como aquel que deja de buscar empleo porque piensa no encontrarlo y pasa a formar parte de la población económicamente inactiva (PEI). El nivel de desalentados aumenta notablemente durante la crisis sanitaria del año 2020 provocando pérdidas de productividad importantes para las naciones.

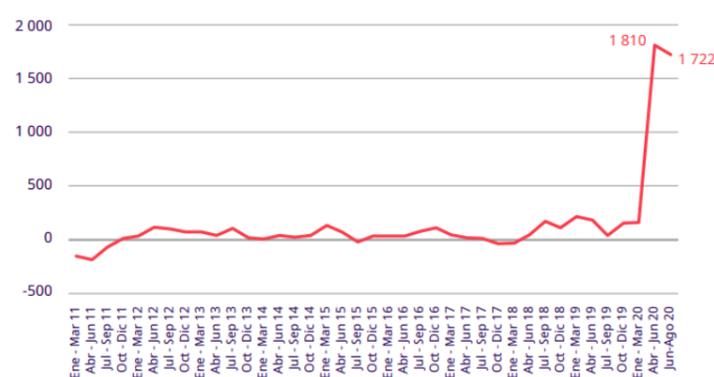
Las medidas adoptadas derivan en cambios importantes en las economías, la disminución en las demandas de trabajo, caída en las ventas por empresas y obstrucción al correcto desarrollo de distintas actividades son algunas de las consecuencias más notorias debido a la pandemia. Por otro lado, la dualidad económica propia de todo país desarrollado o en vías de desarrollo se ve afectada debido a la disminución de los trabajos por cuenta propia, los que normalmente sirven de amortiguadores en época de recesión económica.

Imagen 31.- Cantidad de personas ocupadas por situación ocupacional y sexo.



En la encuesta nacional de empleo realizada por el INE [18] denota una tasa de desocupados del 9% en el periodo abril- febrero. Adicionalmente, los datos entregados por la dirección de trabajo exponen un aumento en los despidos alcanzando un 38% especialmente en sectores como el comercio, hostelería, construcción, etc. Sin embargo, la caída en la ocupación es mayor que el 52,7% de desocupados debido al aumento de las personas inactivas, es decir, aquellos que no poseen empleo, quieren uno, pero no lo están buscando.

Imagen 32.- Personas fuera de la fuerza de trabajo, variación anualizada (miles de personas).



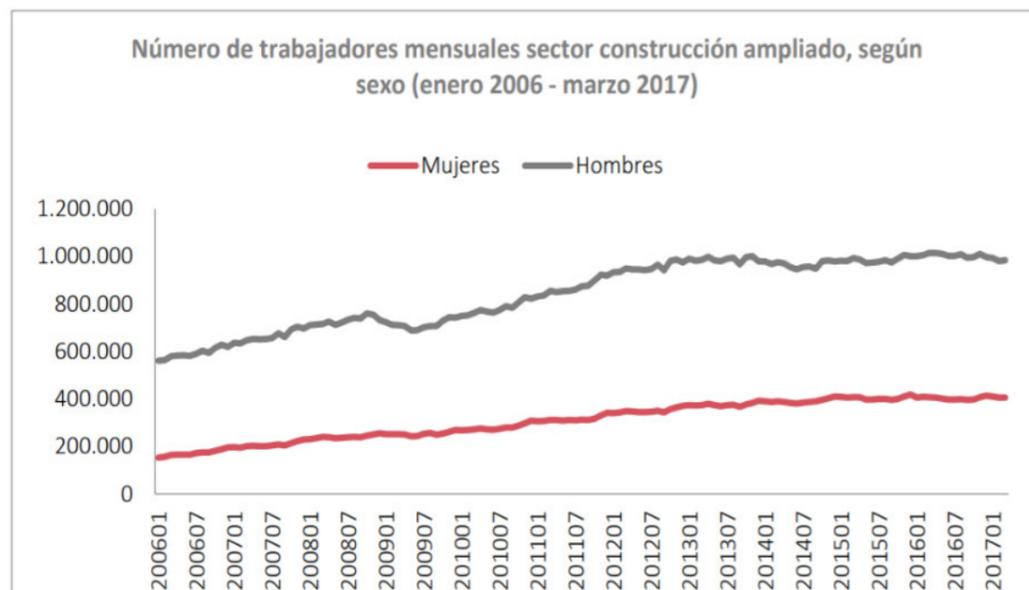
Fuente: panorama laboral en tiempos de Covid-19 OIT.

Como se observa en la Imagen 32, la tasa de personas fuera de la fuerza laboral experimenta una fuerte alza en el año 2020 producto de la crisis sanitaria. El 95% de las personas que pierden su empleo pasan a formar parte de la población inactiva (INE), debido a que las acciones sanitarias no permiten realizar actividades remuneradas aportando a la pérdida de fuerza de trabajo y a la carencia de la mano de obra.

Otro de las situaciones que provoca el desaliento de la población femenina es la brecha de género que existe en el sector. De acuerdo con el “DIAGNÓSTICO DE LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN Y DE LAS OPORTUNIDADES DE INCORPORACIÓN” [19], realizado por el CIO de la universidad de Chile. Las principales razones de la baja participación femenina no son fisiológicas como la fuerza, sino el machismo marcado en el sector.

El sector de la construcción ampliado (incluyendo áreas inmobiliarias, empresariales y de alquiler), alberga 20,8% del trabajo femenino del que solo un 3,5% pertenece al sector de la construcción y un 17,3% al sector empleado, esto demuestra que la mayoría de los puestos ocupados por mujeres son en áreas tradicionales como contabilidad, recursos humanos, entre otros.

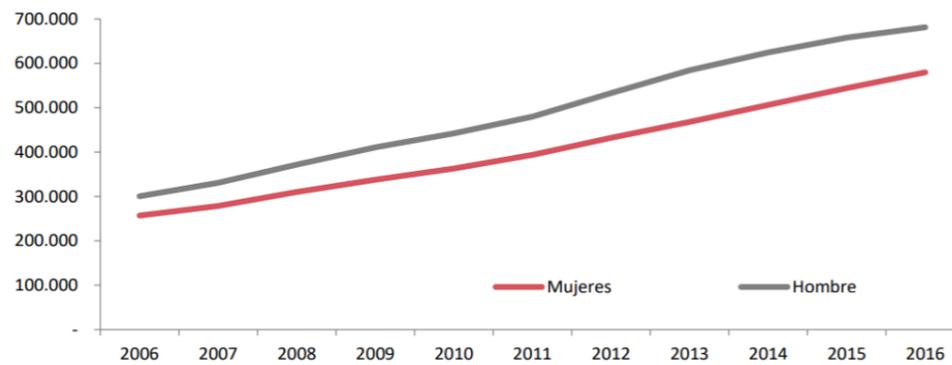
Imagen 33.- Número de trabajadores mensuales sector construcción ampliado, según sexo (enero 2006 - marzo 2017).



Fuente: Seguro de cesantía.

Por otro lado, los salarios percibidos por mujeres en el área son inferiores al salario masculino para la misma labor. En el año 2016 el salario de las mujeres en el sector bordeaba el 85% del salario masculino. Adicionalmente, el salario promedio de mujeres en el área de construcción es un 5% menor al salario promedio del género a nivel nacional y el crecimiento de la renta femenina en el área es el que experimenta menor alza (8,5%), al compararlo con el crecimiento del salario femenino a nivel nacional (8,6%) y con el aumento en la renta masculina en construcción (8,9%).

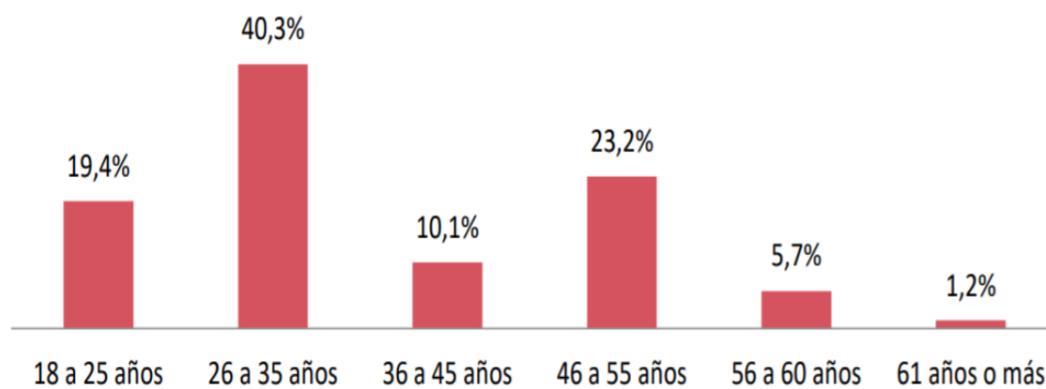
Imagen 34.- Salario promedio anual sector construcción ampliado (En pesos de cada año).



Fuente: Seguro de cesantía.

Por otro lado, como muestra la Imagen 35, la participación de la fuerza laboral femenina entre 18 a 25 años es inferior al tramo 26 a 35 años, mostrando una disminución de la fuerza laboral femenina en el área.

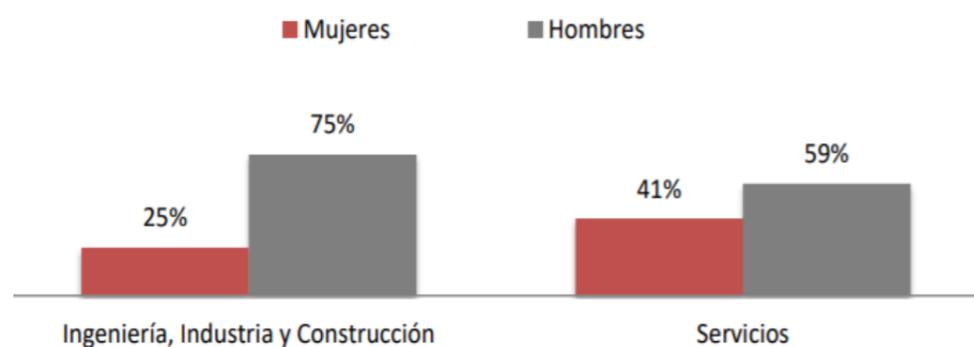
Imagen 35.- Distribución etaria sector construcción ampliado %.



Fuente: Seguro de cesantía.

Por último, en la Imagen 36, muestra la cantidad de hombres y mujeres tituladas en carreras vinculadas con el área de construcción mostrando el menor porcentaje del género femenino y su mayor participación en servicios asociados con el sector y no en carreras propias del rubro.

Imagen 36.- Titulados 2014 en carreras asociados a construcción por tipo de área.



Fuente: Ministerio de educación.

La baja inclusión del género femenino en el área provoca el desaliento de las mujeres para trabajar en el sector y con ello, la pérdida potencial de fuerza laboral.

#### AUMENTO DEL TRABAJO INDEPENDIENTE

Se entiende trabajo independiente o por cuenta propia a todo aquel que no esté sujeto a una entidad empleadora, incluyendo trabajos suplementarios, trabajos temporales, algunas empresas pequeñas, entre otros.

Según la AARP antes de iniciada la pandemia ya se observa un crecimiento del empleo independiente debido a la flexibilidad en horarios, tiempos y posibilidad de realizar labores desde el hogar. Sin embargo, con la creciente tasa de desempleo producto de la pandemia de COVID-19 el número de trabajadores por cuenta propia sufre un aumento exponencial. En el año 2020 de 6.001 personas que responden la encuesta de Upwork (sitio web especializado en trabajo flexible), 2.132 son trabajadores independientes [20].

Si bien el porcentaje de trabajo independiente se puede considerar estable entre los años 2019 y 2020, hasta el año 2019 el trabajo por cuenta propia es complementario a la remuneración principal y con el creciente aumento del desempleo pasa a ser el ingreso principal de muchas familias. En el año 2019 un 28% del total de independientes declara este trabajo como tiempo completo mientras que en el 2020 esta cifra aumenta a un 36%.

Sumado a lo anterior, en Chile las ayudas otorgadas por el gobierno como retiros de fondos de previsionales, bonos por pandemia, entre otros, favorecen el inicio de nuevos emprendimientos y sobre todo, el trabajo informal, el cual considera las actividades remuneradas al margen del control estatal.

Un aumento en el número de personas que realizan trabajos por cuenta propia y trabajos informales provoca la disminución de la fuerza laboral generando la disminución de individuos en el mercado laboral.

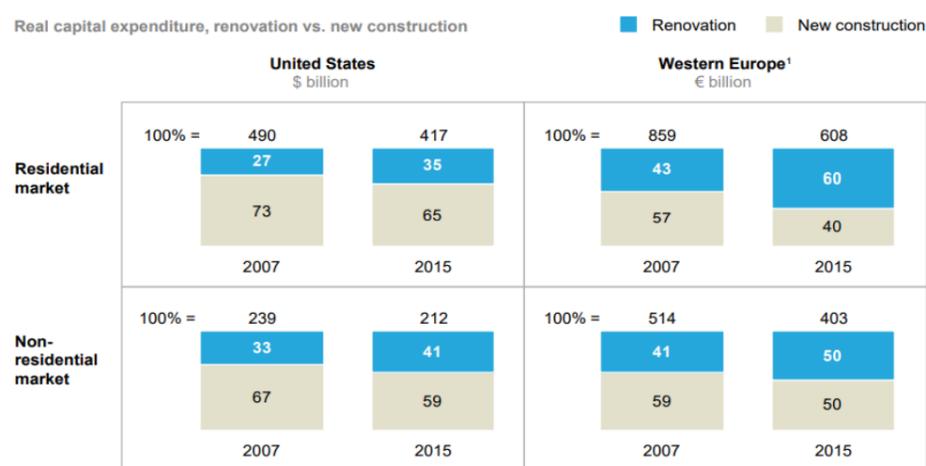
#### REGULACIÓN Y COMPLEJIDAD DE LOS PROYECTOS

La complejidad y tamaño de los proyectos crece conforme aumenta la densidad y el desarrollo de las distintas ciudades. En el estudio “REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY” [13] se afirma que mientras aumenta el tamaño del proyecto aumenta la complejidad y los desafíos para una correcta coordinación por lo que se reduce la productividad. Proyectos con 1 millón de horas trabajadas son entre 15 a 20% menos productivos que aquellos con solo 100.000 horas.

Algunas situaciones que producen pérdida de productividad son:

- Realización de proyectos en entornos con alta densidad de población, en los que se reducen horarios debido a la necesidad de evitar molestias a residentes y/o ocupantes de las instalaciones aledañas.
- Lotes reducidos en los que el espacio disponible subyuga la eficiencia, la organización efectiva y el traslado de materiales y herramientas.
- Reparación de vías con cortes en el tránsito.

Imagen 37.- Incremento de proyectos de remodelación.



En países desarrollados o en vías de desarrollo como Chile, las remodelaciones y ampliaciones están reemplazando la realización de nuevos proyectos debido a la centralización y reducción de espacios disponibles en grandes ciudades. Esto genera la imposibilidad de generar proyectos más industrializados que permitan la innovación, reducción de plazos, costos y aumento de calidad.

Hacia el otro extremo, la confección de proyectos en sitios remotos tiene como principal dificultad el reclutamiento de personal, aumento de logística y costos de infraestructura, disminución de accesos a servicios básicos y vías y mayores fallas de operatividad.

Con respecto a las regulaciones es importante tener en cuenta que la existencia de un marco regulatorio es indispensable para generar estructuras seguras y de calidad, sin embargo los procesos o trámites que se deben realizar causan retrasos y comprometen la coordinación eficiente. Las largas esperas por aprobaciones extienden el plazo del proyecto y la inversión eficiente de las empresas.

Otras regulaciones que restringen la eficiencia en sitios apartados son las zonificaciones obsoletas, marcos reguladores inexistentes u obsoletos, multiplicidad de propietarios para un predio, etc.

Por último, el sector público genera gran parte del porcentaje de la demanda en construcción y, al mismo tiempo, posee poca flexibilidad en cuanto a normativas, procesos y límites impidiendo la innovación y con ella el aumento de la productividad de la o las empresas contratadas.

## FORMACIÓN

El nivel de enseñanza, capacitaciones y matrícula en carreras del área son inferiores a otros sectores productivos. La diferencia en las competencias en el perfil de obreros y profesionales inicia desde habilidades tan básicas como la lectura y escritura, por lo cual, la escolaridad es un indicador de importancia en el desarrollo de habilidades. Para el sector de la construcción la escolaridad es de 10,1 años en promedio, mientras en manufactura y minería son de 10,8 y 11,6 años respectivamente [15]. Adicionalmente, el bajo porcentaje de matrículas y una deserción del 30% en carreras relacionadas con el área dan cuenta de la depreciación de las capacidades del personal que se desempeña en el sector.

Existe una relación directa entre la cantidad de horas en práctica exigida con un mayor desempeño en los puestos de trabajo. Países con mayores índices de productividad como Alemania y Suiza exigen 50 y 60 horas de actividad prácticas en la formación de estudiantes para la construcción, mientras que en Chile se reducen a solo 15 horas.

según el análisis de Matrix Consulting [1], las mallas curriculares de las carreras de construcción no poseen actualizaciones continuas a nuevas tecnologías e innovación en el área. Solo entre 2-7% de las mallas guardan relación con la innovación, uso de nuevos programas y metodologías de trabajo, restringiendo el aumento de la eficiencia al no entregar oportunamente herramientas necesarias a los estudiantes como la incorporación de nuevos sistemas de gestión, modelación, colaboración y otros.

Imagen 38.- Competencias de la población adulta.



## TIEMPOS DE LATENCIA EN EL SECTOR

El tiempo en el cual se realiza un proyecto tiene directa relación con la productividad de la empresa, un aumento del periodo entre las distintas fases de un proyecto, retrasos por insuficiencia de presupuesto, modificaciones reiteradas al proyecto y otros, provocan la disminución de la eficiencia con la cual se trabaja por el aumento directo de los plazos o por el agotamiento del personal.

En el sector público es común la extensión de plazos entre fases de un proyecto. Comúnmente se realiza el diseño, pero por razones administrativas, presupuestarias u otros, la ejecución de los proyectos se retarda o se deja inconclusa. Una de las principales dificultades de ello es la validez de documentos como el estudio de suelo y cambio en planes reguladores, pudiendo provocar la necesidad de realizar nuevos estudios o generando retrasos debido a imprevistos al utilizar documentos obsoletos

Según el estudio de productividad de la CCHC [1] el aumento del plazo en el inicio de la etapa de ejecución de los proyectos públicos alcanza el 50% del plazo recomendado. Con ello disminuye la eficiencia y aumenta la probabilidad de generar proyectos inconclusos debido a la imposibilidad de municipios, gobierno u otro, de absorber el aumento de los costos.

## INICIATIVAS

Con el objetivo de elevar los niveles de productividad en la construcción chilena se han tomado una serie de medidas para mejorar la planificación de proyectos, incentivar el uso de tecnologías y software nuevos y fomentar la colaboración.

### OBSERVADOR TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCION

Consiste en una plataforma de la CDT y patrocinada por la CCHC específicamente por el comité inmobiliario a través del grupo de trabajo innovación.

Este sitio conglomerará toda innovación perteneciente al rubro de la construcción facilitando la divulgación de nuevas tecnologías, materiales, herramientas y otros, a través de la publicación de entrevistas, artículos y videos de importantes centros generadores de conocimiento de todo el mundo.

Lo anterior permite que profesionales, docentes, estudiantes y empresarios formen comunidades, colaboren y trabajen juntos, incentivando la innovación en el rubro, masificando información de importancia y aportando a aumentar el desempeño de los distintos profesionales del sector.

### PROGRAMA CONSTRUYE 2025

Es un Programa Estratégico Nacional de Productividad y Construcción Sustentable de la Corporación de Fomento de la producción (CORFO) [21], el cual busca mejorar la productividad, fomentar la innovación, promover las investigaciones y el uso de nuevas tecnologías.

El objetivo principal de Construye 2025 es lograr la supervisión de todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto desde el abastecimiento hasta la explotación y fin de la vida útil de este. Para esto se fijan hitos desde el año 2016 hasta el año 2025 incorporando progresivamente la estrategia BIM a las distintas instituciones y proyectos.

Para el año 2025 se pretende:

- Reducir en un 20% los costos de producción.
- Incrementar en un 20% anual la inversión en investigación y desarrollo.
- Aumentar la tasa de innovación en un 50%.
- Aumentar a un 20% la construcción de edificaciones sustentables.
- Reducir el consumo energético y emisión de CO2 en las construcciones nuevas.
- Incrementar el valor de las exportaciones de productos de madera triplicando las actuales exportaciones de diseño e ingeniería de consultoría.

Construye 2025 forma parte de TRANSPORMA, programa enfocado en mejorar la competitividad y productividad de Chile.

En la extensa hoja de ruta de Construye 2025 se destaca:

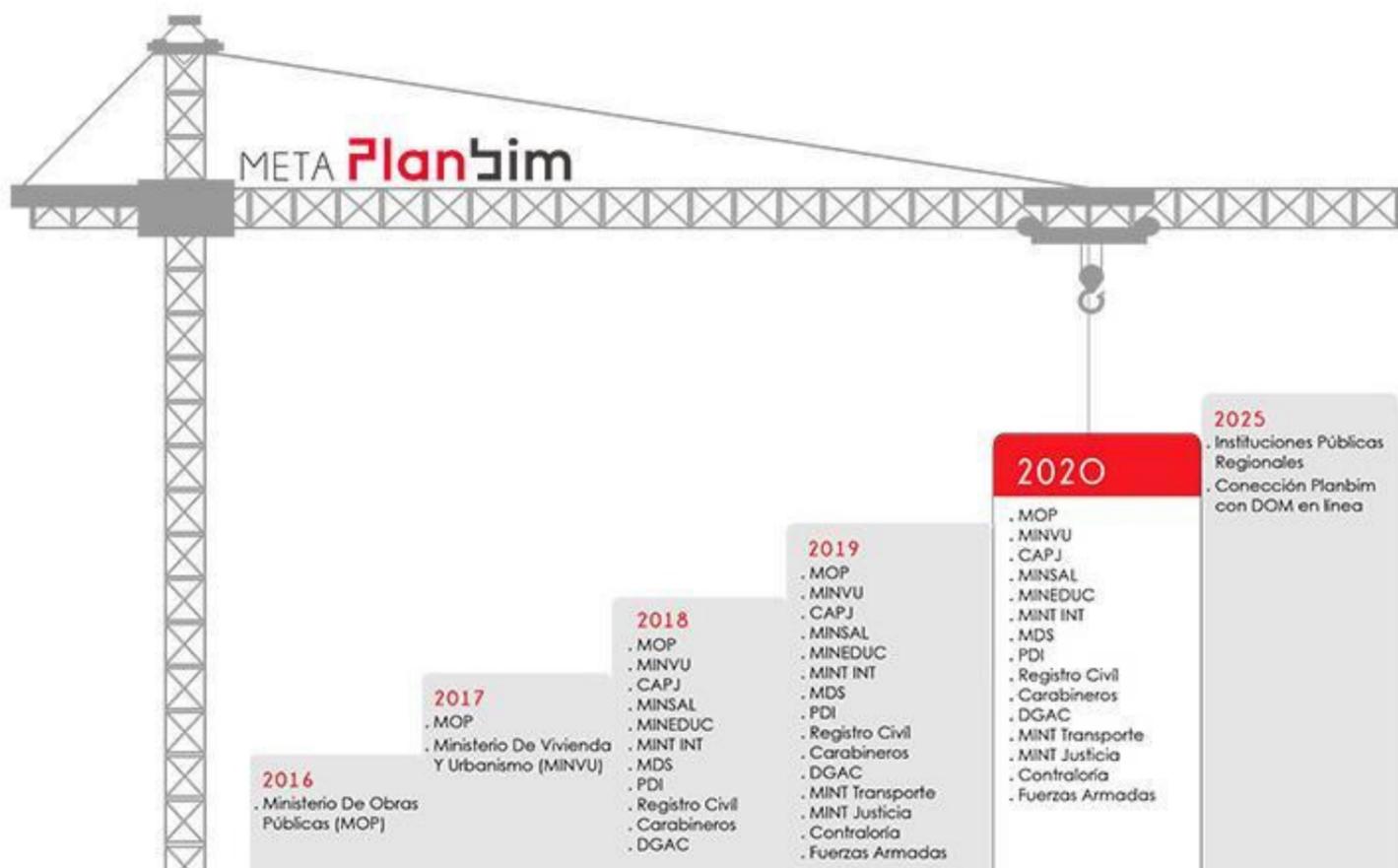
- Implementación de PLANBIM o Building Information Modelling.
- Desarrollo de centros tecnológicos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), como el Centro Interdisciplinario para la Productividad y Construcción Sustentable (CIPYCS), y el Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción (CTec).
- Fomentar el uso de prefabricados y la industrialización en la construcción de viviendas.
- Aumentar la capacitación, certificación y registro de la mano de obra.
- Implementar una base de datos pública de precios.
- Aumentar la calidad y la construcción progresiva de edificaciones sustentables.
- DOM en línea.
- Mejorar la gestión de residuos.
- Aumentar las exportaciones de servicios y productos.
- Uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), en la construcción.
- Desarrollo y actualización de normativas.
- Estandarización de medidas.
- Financiamiento de créditos hipotecarios verdes
- Modernización de marcos contractuales.

## PLAN BIM

Es una iniciativa a 10 años impulsada por la CORFO que pretende incorporar las metodologías BIM en las etapas de desarrollo y operación de proyectos de vivienda e infraestructura del sector público.

Inicia en el 2010 y para el año 2020 se pretende lograr los hitos mostrados en la Imagen 39.

Imagen 39.- Metas Planbim



El aumento de la productividad del sector como el alza progresiva de construcciones sustentables en el ámbito ambiental, social y económico, son los objetivos principales de PLAN BIM. Para esto se promueve la incorporación de metodologías, procesos y tecnologías para la modernización del sector de la construcción.

Cabe destacar que, al iniciar PLANBIM no se cuenta con la existencia de una pandemia mundial y estallido social nacional situaciones que han modificados los tiempos de incorporación de las tecnologías.

## CENTRO TECNOLÓGICO I+D+I PARA LA CONSTRUCCIÓN-

Los centros tecnológicos son organizaciones privadas sin lucro que poseen recursos materiales y humanos para ser utilizados en materias de investigación, desarrollo e innovación. Estos se masifican a través de empresas existentes o la generación de nuevas iniciativas para su implementación. Por lo tanto, son catalizadores de mejoras tecnológicas aportando en la disminución de la brecha de productividad del rubro con respecto a países referentes.

Durante el año 2017 el programa Construye 2025 se adjudica fondos de la Corporación de fomento de la producción para los centros tecnológicos CIPYCS y CTeC

### CIPYCS

El centro interdisciplinario de productividad y construcción sustentable es la primera plataforma interdisciplinaria de estas características en Chile y Latinoamérica. Está conformada por 7 universidades y una variedad de empresas coejecutivas y liderada por 4 universidades correspondientes a los nodos territoriales:

1. Pontificia Universidad Católica de Chile.
2. Universidad del Biobío.
3. Universidad de Talca.
4. Universidad Católica del Norte.

Además, la Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Austral de Chile y Universidad de Magallanes actúan como proveedores de conocimientos y capacidades. Adicionalmente, las universidades de Standford y Universidad de California al Berkeley son dos instituciones extranjeras que también forman parte de CIPYCS.

Por otro lado, DuocUc, DICTUC S.A, Sirve, Gepro, CIM, Corporación de desarrollo tecnológico, CITEC UBB, SIRVE S.A, entre otros, son aliados estratégicos e instituciones utilizadas para la masificación de las nuevas tecnologías y/o conocimientos.

Como toda medida abordada en esta memoria CIPYCS está orientada a mejorar la productividad del sector e impulsar las construcciones sustentables, a través del aporte de servicios y capacidades que habiliten a los trabajadores del rubro generando conocimiento transferible. En otras palabras, CIPYCS funciona como un canal que conecta las instituciones estudiantiles con las necesidades de la industria y facilita la adopción de tecnologías.

Este proyecto posee una duración inicial de 7 años durante los cuales se dispone de 120 investigadores y más de 4 laboratorios del país (Observatorio VISTA para el análisis de la evolución, tendencia y necesidades del sector, PEP para el prototipo de elementos, IMA para prototipos a escala real y EVI para diseño y construcción virtual).

CTeC

El Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción es un centro enfocado en ahondar conocimientos relacionados con la productividad, competitividad y sustentabilidad del rubro, el que actúa con fondos de la CORFO.

Es un centro catalizador de la innovación que tiene por objetivo ampliar y aportar tanto en el conocimiento nacional como internacional y al igual que el centro CIPYCS, brindar una plataforma que vincule a los diferentes actores del rubro fomentando la colaboración entre especialidades he incluido a grandes, medias y pequeñas empresas, Pymes, emprendedores, docentes, entre otros. Todo con el propósito de subsanar las problemáticas del sector.

### DOM EN LÍNEA

A inicios del año 2020 en Construye 2025 se evidencia la importancia de contar con una plataforma online que agilice algunos trámites realizados por las DOM [22] y logre mayor equidad territorial en las comunas del país disminuyendo la brecha que existe entre ella, ya que, muchas no cuentan con la tecnología ni equipos que se requieren para una buena gestión de documentos.

Esta iniciativa al igual que la mayoría de los avances tecnológicos en el rubro se ve impulsada con la necesidad de obtener documentos desde los hogares u oficinas ante el estallido social en el año 2019 y luego de la declaración de pandemia mundial en el año 2020.

Se trabaja con más de 120 de las casi 300 comunas del país con el objetivo de poner a disposición de la comunidad tramites como permisos de edificación, subsidios, urbanización, certificados, entre otros.

El ingreso a la plataforma se realiza a través de la clave única permitiendo el registro de todos los certificados y/o trámites realizados por el usuario y el seguimiento del estado de estos.

Cabe destacar que, solo la tramitación de permisos de edificación permite la mejora en la productividad, reducción de tiempos, disminución corrupciones, entre otros.

Por último, el programa Construye 2025 pretende sumas otros temas como la gestión sustentable de residuos y demolición los ya son implementados en otros países, favoreciendo el cuidado de nuestro ecosistema.

## MAPA CONTECH

Se trata de una iniciativa de la CChC a través del programa construir innovando y Construye2025[23]. Mapa Contech busca poner “en el mapa” 50 soluciones innovadoras para el sector de la construcción en Chile.

Esta herramienta esta principalmente dirigida a gerentes y personas encargadas de tomar decisiones y que busquen innovación en sus empresas. El acceso es de manera simple y gratuita permitiendo que PYMES y MIPES se adhieran a innovaciones y tecnologías a las cuales no tienen alcance debido a sus presupuestos reducidos.

Para su elaboración la plataforma reúne ocho instituciones innovadoras como UDD Ventures, Open Beauchef, Ctec, CYPICS, Centro de innovación Anacleto Angelini, entre otros. Estos se encargan de generar, seleccionar y evaluar información de soluciones innovadoras hacia problemas planteados, equipo que constituye la empresa y validación en el mercado chileno.

La información dentro de la plataforma posee actualización anual es procesada, validada y respaldada por la Cámara Chilena De la Construcción, Construye 2025 y Construir Innova.

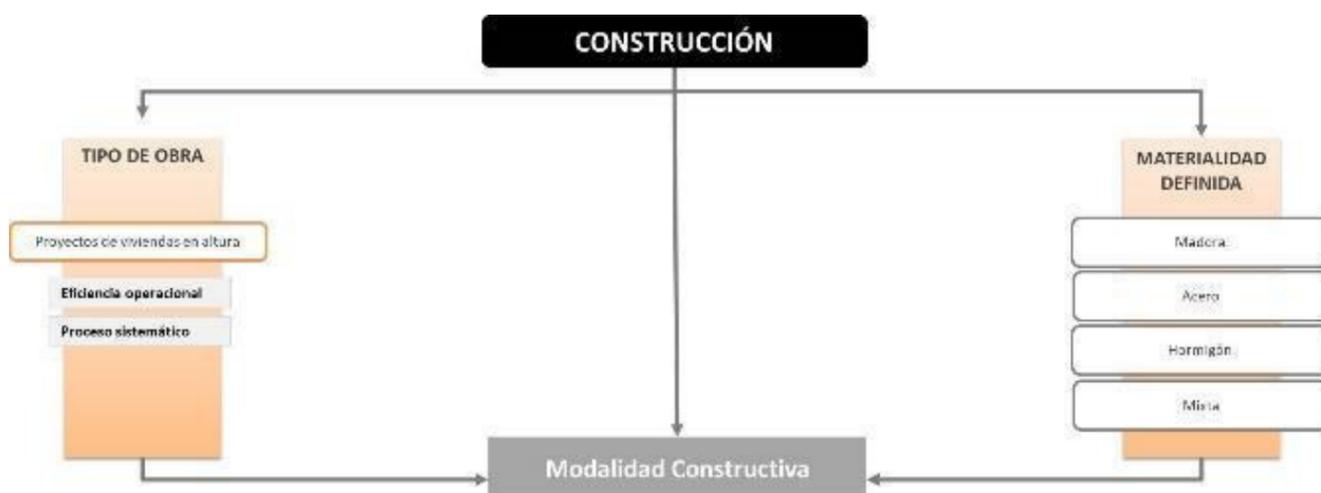
## MODELO PMG

El modelo PMG o “modelo de gestión integrada para elevar la productividad en la construcción” selecciona la manera óptima de planificación y gestión del proyecto según:

- Tipo de obra: vivienda, construcción en altura, colegio y hospitales, puertos, puentes, entre otros.
- Materialidad definida: Madera, hormigón, acero o mixta.
- Modalidad constructiva: definida según la materialidad y tipo de obra.

Separa el método óptimo según el tipo de proyecto, materialidad y modalidad constructiva, debido a que no todos los proyectos requieren impulsar las mismas partidas. Es decir, algunos proyectos requieren mayor flexibilidad (ej. obras aisladas de las urbes), mayor especialización (ej. en minería), procesos sistemáticos (ej. Construcciones en altura y/o condominios), entre otros.

Imagen 40.- Modalidad de trabajo PMG.



Fuente: PMG-Visión integrada de gestión para elevar la productividad en construcción 2017.

Una vez definida la modalidad constructiva a partir del tipo de obra y materialidad se integra y gestiona el proyecto y considerando las fases:

- Diseño y presupuesto.
- Definición de procesos constructivos y financieros.
- Desarrollo de obra gruesa.
- Logística y abastecimiento

El programa de mejoramiento de gestión sostiene que se puede lograr una disminución del 25% del costo total de la obra al definir el proyecto y gestionar cada una de las fases según las necesidades de cada situación.

El modelo considera 4 etapas para su ejecución:

- Se evalúa el potencial de ahorro en cada una de las fases del proyecto. Cabe destacar que, se considera ahorro a la disminución de costos, tiempos y aumento de calidad técnica.
- Se analizan los procesos. En primer lugar, como eventos separados y luego integrados.
- Se definen los elementos, etapas o procesos que presentan mayor potencial de ahorro y en los cuales se debe centrar las herramientas de gestión.
- Se gestionan los procesos definidos en obra piloto.

Al igual que otras medidas adoptadas para lograr aumentar la productividad del sector de la construcción, el modelo desarrollado por PMG considera la colaboración y aumento de la gestión es etapas previas a la ejecución del proyecto.

Para medir la gestión e implementación del modelo PMG existen indicadores como:

- Tasa de siniestralidad por Incapacidades Temporales en el año.
- Porcentaje del gasto total en obras terminadas en el año
- Porcentaje del Gasto Anual informado en la Plataforma Chileindica
- Porcentaje de solicitudes de acceso a la información pública respondidas.
- Porcentaje de usuarios(as) satisfechos (as) con la atención recibida en espacios presenciales.
- Entre otros.

A través de los cuales es posible medir el cambio que proporciona PMG e la industria.

## CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

El ciclo de vida de un proyecto engloba toda etapa o fase que este debe atravesar desde su concepción hasta su explotación y es el marco de referencia básico para dirigir un proyecto. En el PMBOK guide o guía para la dirección de proyectos [24] se distinguen 4 fases principales y comunes en la enorme variedad de entregables plasmadas en la Imagen 41.

Imagen 41.- Ciclo de vida del proyecto.

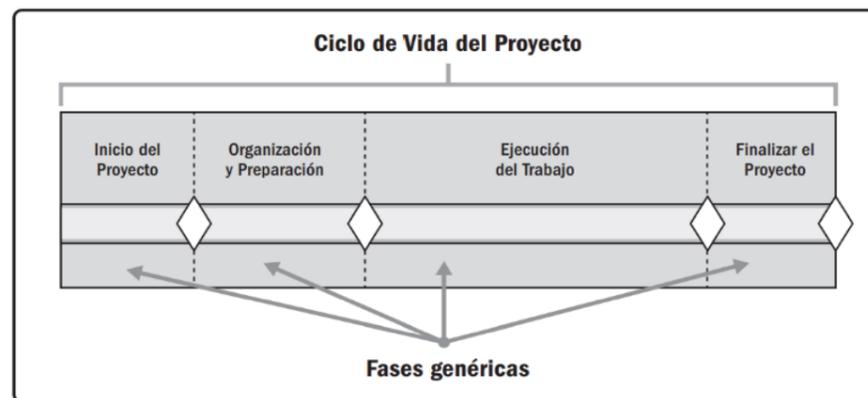
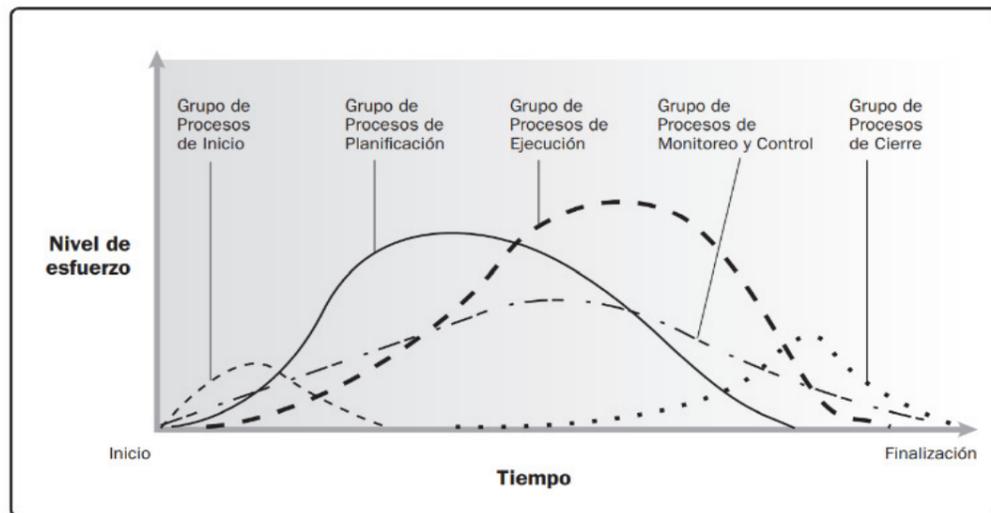


Gráfico 1-2. Representación Genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto

Los proyectos están separados en distintas fases y poseen “grupos de procesos” que se entienden como el conjunto de profesionales encargados de la dirección de planificación, ejecución, etc.

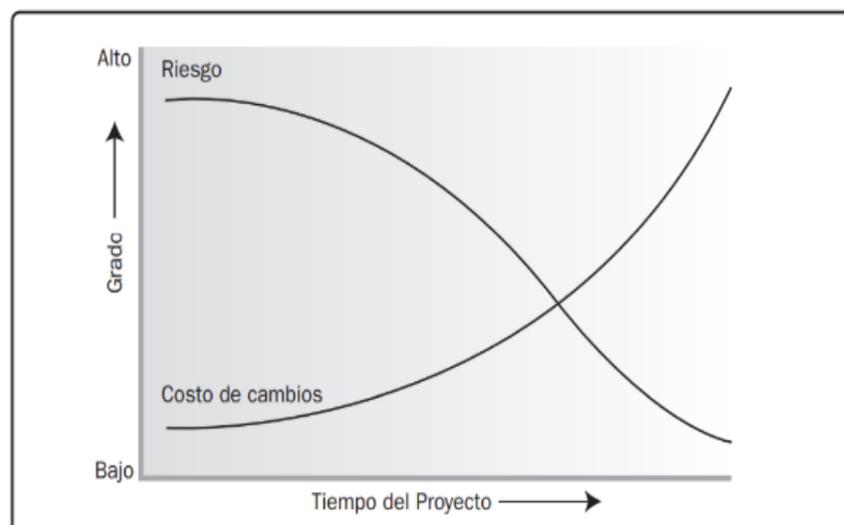
- Grupo de inicio: Procesos necesarios para definir un nuevo proyecto o fase, destacando la definición inicial del alcance y recursos financieros. Tiene como fin organizar las expectativas del mandante y la finalidad del proyecto.
- Grupo de planificación: Estos definen el alcance del proyecto, fija objetivos y la línea de acción empleada. Su principal rol es definir el plan para la dirección del proyecto y documentación para lograrlo.
- Grupo de ejecución: Engloba toda actividad necesaria para seguir el plan definido por el grupo de procesos de planificación.
- Grupo de monitoreo y control: Se encarga de analizar, monitorear y regular el avance del proyecto según el plan. Además, permite identificar falencias y cambios que se pueda requerir.
- Grupo de cierre: Procesos necesarios para cerrar el proyecto o fase de proyecto.

Imagen 42.- Interacción de los grupos de procesos dentro de un proyecto.



Las etapas previas de un proyecto como la formación oportuna y sólida de los distintos grupos de procesos son claves en el aumento de la productividad en obra permitiendo gestionar eficientemente el proyecto y disminuyendo la probabilidad de realizar cambios en etapas tardías que causan mayores costos asociados (Imagen 43).

Imagen 43.- Impacto de las variables en el tiempo.



Cabe destacar que, una gran cantidad de los esfuerzos necesarios se asocia a etapas iniciales del proyecto donde cualquier error detectado no tiene mayor incidencia en el costo, tiempo y calidad.

## CAPÍTULO III

### INVESTIGACION DESCRIPTIVA

#### PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información en primer lugar, se investiga la población objetivo y a partir de esta se obtiene el tamaño de una muestra representativa. Luego se confecciona una encuesta enfocada en recolectar opiniones de profesionales en el área con respecto al tema investigado las que se interpretan y analizan objetivamente.

#### POBLACIÓN Y MUESTRA

##### POBLACIÓN OBJETIVO

Constructoras inscritas en el servicio de impuestos internos (SII), bajo el rol construcción que posean oficinas o casa matriz en la V región, específicamente en las comunas de Valparaíso, Viña del mar, Quilpué, Villa Alemana, Concón, La ligua o Petorca.

##### PROYECCION DE LA POBLACION

Para obtener un aproximado de la cantidad de constructoras en las comunas anteriormente mencionada se utilizan registros del servicio de impuestos internos (SII).

En primer lugar, desde el documento “Estadística de empresas por comuna y rubro” del SII se extrae la cantidad de constructoras en la V región separadas por comuna [25].

Imagen 44.- Numero de empresas del rubro construcción de la V región.

Comuna del domicilio o casa matriz	Provincia del domicilio o casa matriz	Número de empresas
Quilpué	Marga Marga	866
Villa Alemana	Marga Marga	639
Limache	Marga Marga	288
Olmué	Marga Marga	97
Llaillay	San Felipe de Aconcagua	116
Santa María	San Felipe de Aconcagua	41
Los Andes	Los Andes	263
Calle Larga	Los Andes	64
Isla de Pascua	Isla de Pascua	10
Concón	Valparaíso	273
Viña del Mar	Valparaíso	2.266
Valparaíso	Valparaíso	1.197
Casablanca	Valparaíso	140
Quintero	Valparaíso	133
Puchuncaví	Valparaíso	139
Juan Fernández	Valparaíso	4
Zapallar	Petorca	110
Papudo	Petorca	41
Cabildo	Petorca	100

Comuna del domicilio o casa matriz	Provincia del domicilio o casa matriz	Número de empresas
Petorca	Petorca	48
La Ligua	Petorca	186
Rinconada	Los Andes	39
San Esteban	Los Andes	87
La Calera	Quillota	232
Hijuelas	Quillota	59
Nogales	Quillota	104
Quillota	Quillota	482
La Cruz	Quillota	102
El Quisco	San Antonio	80
Algarrobo	San Antonio	113
Cartagena	San Antonio	58
San Antonio	San Antonio	324
Santo Domingo	San Antonio	99
El Tabo	San Antonio	57
Panquehue	San Felipe de Aconcagua	32
San Felipe	San Felipe de Aconcagua	300
Catemu	San Felipe de Aconcagua	54
Putendo	San Felipe de Aconcagua	50

Se obtiene un total de 9.293 constructoras inscritas en la región de Valparaíso.

A partir de la Imagen 44, se seleccionan las comunas pertenecientes a la población objetivo de la encuesta.

Imagen 45.- Numero de empresas del rubro construcción de la población objetivo.

Año Comercial	Comuna del domicilio o casa matriz	Provincia del domicilio o casa matriz	Región del domicilio o casa matriz	Rubro económico	Número de empresas
2020	Quilpué	Marga Marga	Región de Valparaíso	F - Construcción	866
2020	Villa Alemana	Marga Marga	Región de Valparaíso	F - Construcción	639
2020	Concón	Valparaíso	Región de Valparaíso	F - Construcción	273
2020	Viña del Mar	Valparaíso	Región de Valparaíso	F - Construcción	2.266
2020	Valparaíso	Valparaíso	Región de Valparaíso	F - Construcción	1.137
2020	Petorca	Petorca	Región de Valparaíso	F - Construcción	48
2020	La Ligua	Petorca	Región de Valparaíso	F - Construcción	186
<b>TOTAL</b>					<b>5.475</b>

Con esto, se define una población objetivo de 5.475 constructoras.

### TAMAÑO MUESTRA

El tamaño de la muestra corresponde a la sección o porción de la población que representa a la población total, en otras palabras, es la cantidad mínima de encuestados o encuestas que se deben realizar para lograr extraer información característica al universo estudiado, la que se puede obtener a través de la .

Ecuación 5.- Tamaño de la muestra.

$$n = \frac{NZ^2qp}{e^2(N-1) + K^2pq}$$

Donde  $n$  : Tamaño de la muestra.

$N$  : Población total.

$K$  : Parámetro estadístico dependiente del nivel de confianza según figura N°45.

$e$  : Error máximo aceptado.

$p$  : Probabilidad de éxito.

$q$  :  $1-p$

Imagen 46.- Valor parámetro K.

K		90%	95%	99%
Nivel de confianza		90%	95%	99%
Valor de K		1,65	1,96	2,58

Se realizan las siguientes consideraciones:

Para lograr obtener la cantidad de constructoras existentes en las comunas de Quilpué, Villa Alemana, Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Petorca y La Ligua, se utilizan registros del SII publicados trimestralmente.

Una empresa puede subdividirse o poseer distintos roles únicos tributarios para facturar. Sin embargo, para efectos de los registros del SII, cada RUT se asocia a una entidad específica. Es por ello que un nivel de confianza del 90% y un error del 15% es suficiente para estimar la muestra representativa de la población objetivo anteriormente mencionada.

Con esto, se tiene que:

$$N= 5.475.$$

$$Z= 1,65.$$

$$e= 0,15$$

$$p= 0,5$$

$$q= 0,5$$

$$n = \frac{5475 * 1,65^2 * 0,5 * 0,5}{(((0,15^2) * (5475 - 1)) + ((1,65^2) * 0,5 * 0,5))}$$

$$n = 30,089$$

$$n \approx 30$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra es de 30 constructoras que posean oficinas o casa matriz en, las comunas de Viña, Valparaíso, Quilpué, Villa Alemana, Concón, Petorca y La ligua.

## PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A continuación, se dan a conocer las preguntas realizadas en la encuesta aplicada.

Para simplificar la información las preguntas de selección se presentan a través de gráficos, mientras que aquellas de desarrollo se selecciona y conglojera la información de relevancia.

### INFORMACION PERSONAL

#### TÍTULO ACADÉMICO

*Imagen 47.- Título Académico.*

<b>Profesión</b>	<b>Cantidad</b>
ARQUITECTO	2
CONSTRUCTOR CIVIL	11
INGENIERO CONSTRUCTOR	13
INGENIERO COIVIL	1
TECNICO CONTRUCCION	2
SIN TITULO	1

#### EMPRESAS

*Imagen 48.- Empresas.*

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>
1	F & S Construcciones Ltda.
2	Ingeniería y construcción sigdo koppers
3	Vega Ltda.
4	Ferrara Obras Geotécnicas
5	Constructora La Cruz
6	vcp ingeniería y construcción Ltda.
7	VALFEPA EIRL
8	Municipalidad de Petorca
9	Ebco S.A.
10	ESVAL S.A
11	DHM CONSTRUCTORA EIRL
12	Alborada

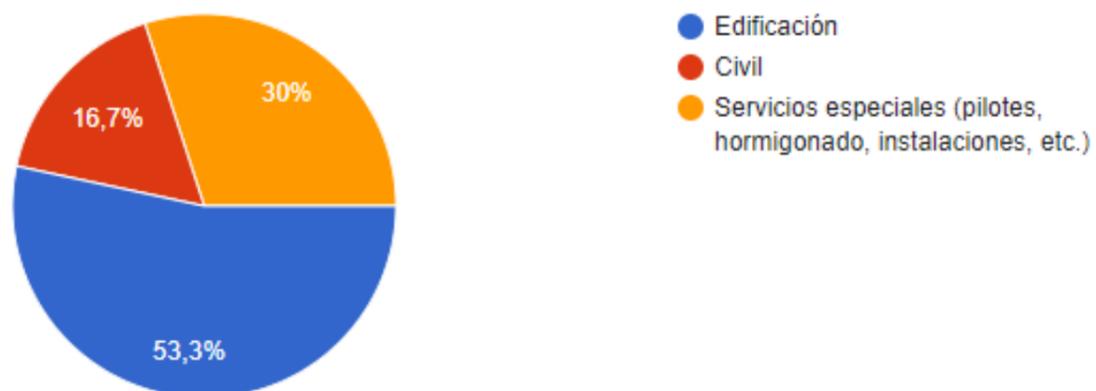
## CARGOS

Imagen 49.- Cargos.

CANTIDAD	CARGO
1	DOM
5	Gerente General
1	Programador
1	Analista
1	Administrador
2	ITO
4	Calidad
5	Of. Técnica.
3	Asesor
3	Jefe Terreno
1	Jefe unidad asfalto
2	Supervisor
1	Contratista

## TIPO DE PROYECTOS

Imagen 50.- Tipo de proyecto.

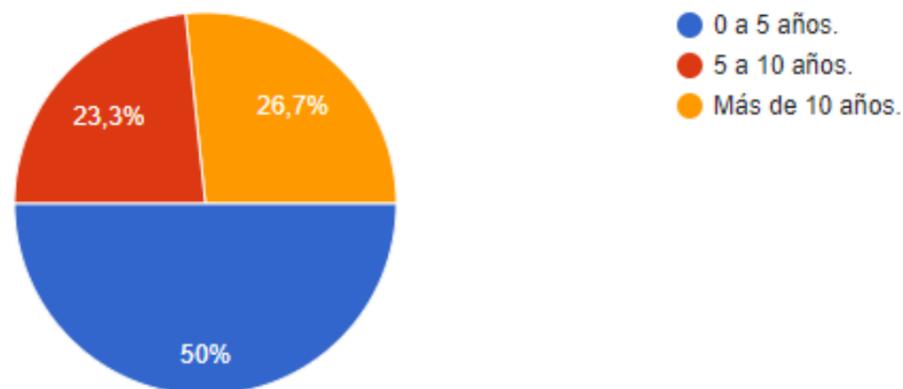


### Interpretación

En el capítulo II del presente documento se menciona el mayor número de obras de edificación en el país. Situación que se confirma en la población muestreada donde sobre el 50% de los proyectos perteneces al área de edificación, por lo cual, más del 50% de los trabajadores perciben un sueldo menos a la media del sector provocando bajo interés, cambios de rubro, disminución de la fuerza laboral y otros.

## AÑOS DE EXPERIENCIA

Imagen 51.- Años de experiencia.

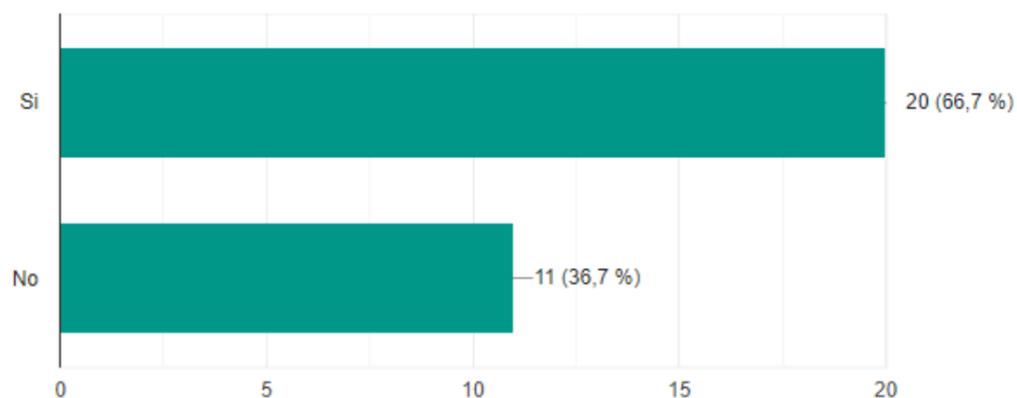


### Interpretación

En la muestra encuestada se observa una mayor cantidad de personal con baja experiencia laboral, lo que confirma la necesidad e importancia de la capacitación y certificación, brindando mejores competencias, fomentando las capacidades individuales y aumentando la eficiencia en los grupos de trabajo y, por ende, de las empresas en general.

## CON RESPECTO A LA EMPRESA EN LA CUAL TRABAJA: ¿SE MIDE PRODUCTIVIDAD?

Imagen 52.- Porcentaje de la muestra que miden productividad.



### Interpretación

El 66.7% de la muestra encuestada mide productividad, principalmente, con el método tradicional comparando datos históricos con la eficiencia actual de la cuadrilla o faena. Este método no compara valores con otras empresas y no mide productividad en función del tiempo, impidiendo la toma de decisiones de forma oportuna. Esto da cuenta de la gran falencia que existe en esta materia y la necesidad de incluir y capacitar al personal con nuevas metodologías como el método PERT, CPM, y metodología Lean construcción.

#### SI SU RESPUESTA FUE “SI” ¿DE QUE MANERA?

- Mediante el conteo de HH, cantidad de personas que conforman la cuadrilla y avance en terreno medido en m2.
- Utilizando Microsoft project.
- Utilizando Presto.
- Mediante la programación de obra y curvas de avance diaria y semanal.
- Se mide el avance en ordenes de entregas de trabajos
- Mediante reportes semanales en teamworks indicando cantidades y porcentajes.
- Con distintos KPIs, el más utilizado es el PF que mide horas efectivas de trabajo vs horas generales gastadas en cada actividad (Earned Value Managment).
- Carta Gantt.
- Mediante el cumplimiento de objetivos y/o metas.

#### **Interpretación**

De las 30 constructoras consideradas en esta encuesta solo 2 de ellas utilizan herramientas más elaboradas para estimar la productividad incluyen factores como las horas efectivas trabajadas. Adicionalmente se confunde eficiencia de los trabajos con el cumplimiento del avance y metas preestablecidas, ya que, al comparar la productividad actual con la propia productividad histórica no se asegura la realización de faenas a la máxima capacidad del personal.

#### ¿CÓMO SE MIDE LA CALIDAD?

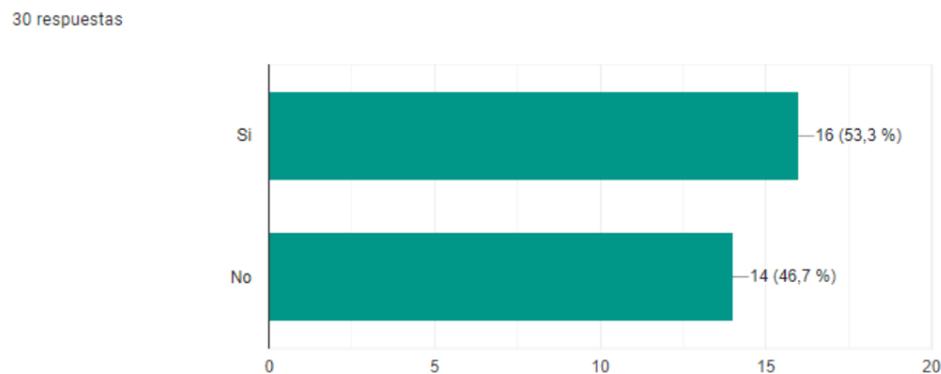
- Supervisión de la ejecución de los productos según las normativas vigentes.
- Monitoreo de encargado de calidad e inspector de obra.
- Mediante ensayos de laboratorio.
- A través de un departamento dedicado de protocolizaciones y conformidades.
- Estándares de calidad internos de la empresa.
- Existencia de PIE (Plan de inspección y ensayos).
- Mediante cumplimiento de metas en cuanto a plazo y costo.
- Reportes de particas o certificados de calidad firmados por jefe de terreno o PAC.
- Autocontrol.
- Sistema de calidad cloud.
- Por aprobación del gobierno regional.
- A Través de la productividad.

#### **Interpretación**

En el capítulo anterior se menciona los elementos prefabricados y la estandarización como potencial para el aumento de la calidad y productividad. Esta situación se ve reflejada en la encuesta aplicada donde solo 1 de los 30 participantes declara la existencia de estándares internos, aportando en la calidad y uso eficiente de recursos humanos, materiales y de equipos.

## ¿SE MODIFICAN LAS LABORES DEBIDO A LA PANDEMIA POR COVID-19?

Imagen 53.- Porcentaje de cambio de labores debido al Covid-19.



### Interpretación

Bajo el título “Influencia del COVID 19” se menciona la impulsión de nuevas tecnologías como reacción a la pandemia a nivel mundial. Sin embargo, esto no se ve reflejado en la población objetivo, ya que el 46,7% no sufre modificación alguna a las labores realizadas antes de la pandemia. Se entiende como la pobre digitalización e incorporación de nuevas tecnologías que permitan procesos cada vez más automatizados, eficientes y de calidad.

## ¿DE QUE FORMA SE VE AFECTADO SU CARGO PRODUCTO DE LA PANDEMIA?

- Digitalización de procesos.
- No se ve afectado.
- Menor capacitación por imposibilidad de reunir personas.
- Menor agilidad en la ejecución de proyectos debido a la imposibilidad de reunirse con la comunidad.
- Disminución de proyectos
- Prevención
- Mayor carga laboral debido a compañeros contagiados.
- Aumento de protocolos sanitarios por covid 19
- Algunas gestiones se hacen de manera remota
- Teletrabajo.
- Paralización de proyectos.
- Aumento de plazos por disminución de la mano de obra y aumento de papeleo por partida.
- Retraso y disminución de suministros por importación.
- Sobrecostos por transporte.
- Aumento de responsabilidad debido a las nuevas exigencias de cumplimiento de protocolos.
- Adición de turnos de noche.

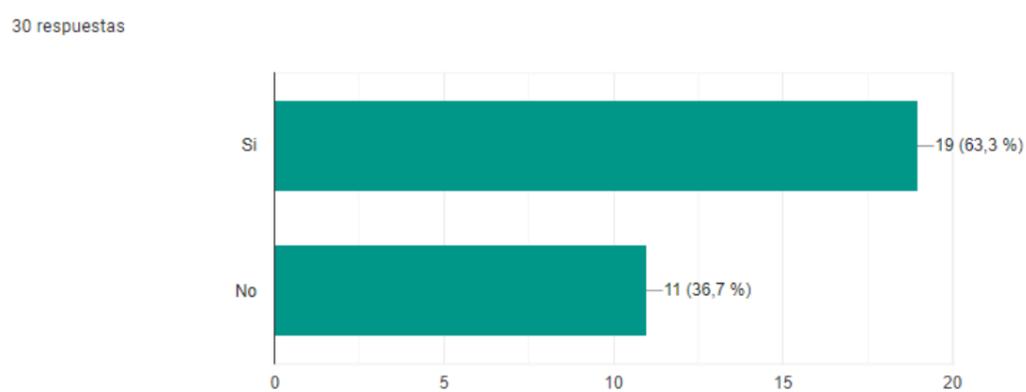
### Interpretación

Sumado a la pregunta anterior, los principales cambios en las labores incluyen aumento de carga laboral, paralización, disminución de proyectos y otros. Contrario a lo expuesto en el capítulo II de la presente memoria, el aumento de los contagios provoca el estancamiento del sector en vez de impulsar la digitalización permitiendo realizar actividades a distancia.

### EN SU OPINION:

¿CONSIDERA LA PANDEMIA COMO IMPULSORA DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN EL RUBRO?

Imagen 54.- Alza de digitalización debido a pandemia por Covid-19.

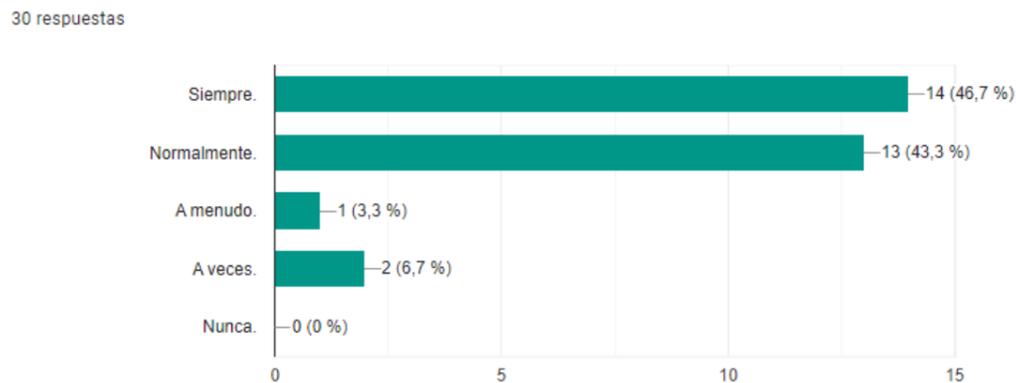


### Interpretación

Estadísticamente no se consideran la pandemia como impulsora de nuevas tecnologías. Aun así, el 63.3% de los encuestados si visualiza un aumento en la digitalización debido a la obligación de realizar ciertos trabajos a distancia para impedir la reunión de personal y así cumplir con los aforos impuestos e impedir la propagación del virus.

## ¿SE SIENTE PARTE DE SU EQUIPO DE TRABAJO?

Imagen 55.- Porcentaje de formación de equipos de trabajos.



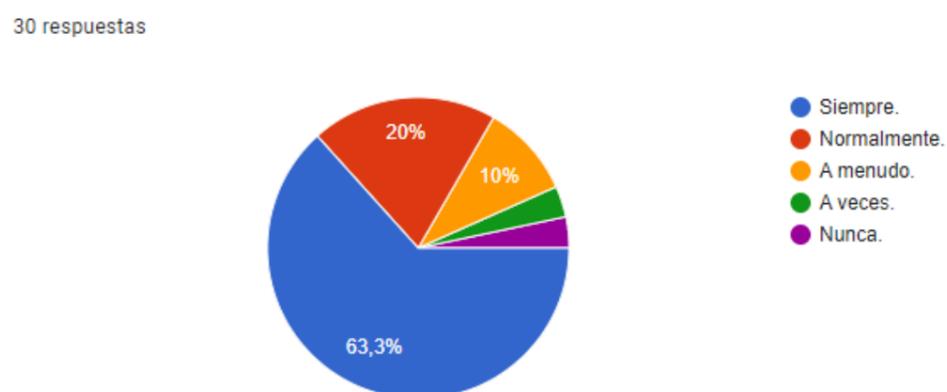
### Interpretación

La colaboración entre las distintas especiales es uno de los puntos principales de la presente memoria. En este marco, 27 de las 30 personas encuestadas se siente parte de un grupo de trabajo, fomentando la colaboración, transferencia de información y transparencia en las labores. Sin embargo, se debe trabajar sobre el 10% restante y de esta manera, obtener la máxima eficiencia en los equipos de trabajo.

Se debe considerar que la sensación de grupos conformados no quiere decir que existan tecnologías que fomenten la colaboración, por ello es posible impulsar la colaboración a través de la capacitación y certificación del personal en nuevas tecnologías que aporten en la transferencia de información.

## EL AMBIENTE LABORA, ¿INFLUYE EN SU PRODUCTIVIDAD?

Imagen 56.- Influencia del ambiente laboral en la productividad personal.



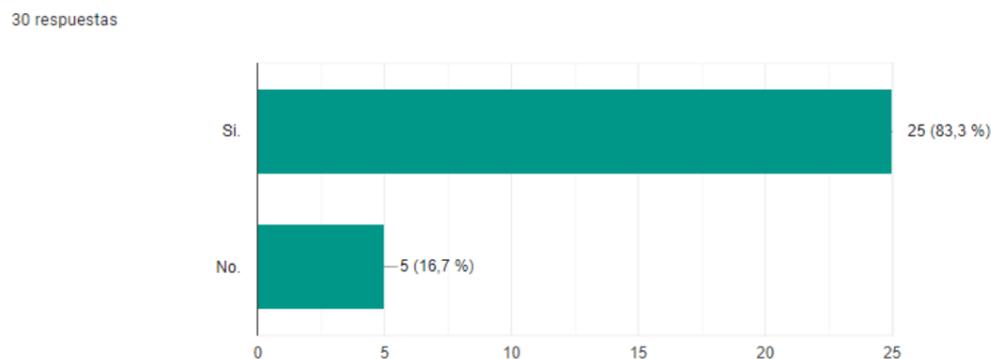
### Interpretación

Como se menciona en el capítulo II del presente documento y lo ratifica la figura N° 53, la productividad unipersonal posee directa relación con el ambiente laboral en el cual se inserta el individuo, un entorno hostil implica la incomodidad y merma en la productividad de las personas.

Un 10% de la población declara no ser influenciada por el ambiente laboral, lo cual se asocia al tipo de labor y aun así, la productividad del grupo en su totalidad se ve reducida.

## CON RESPECTO A SU FORMACIÓN ACADÉMICA, ¿LA CONSIDERA APROPIADA DADO SU PRIMER CARGO DESEMPEÑADO?

Imagen 57.- Ajuste de la formación académica al primer cargo laboral.



### Interpretación

Se considera un proceso de formación eficiente a aquel que se adecua a las necesidades del mercado, es decir, se prepara personas acordes a las tecnologías y requerimientos que el sector requiere.

En este contexto, el 80% de la muestra encuestada declara conformidad con las mallas curriculares y procesos de formación brindados. Sin embargo, un porcentaje no menor (16,7%), acusa una formación deficiente con respecto al primer cargo desempeñado, por lo cual, es de suma importancia fomentar la transferencia de información entre los centros de formación académica y los profesionales en el área (por ejemplo, a través de las redes de ex alumnos), y de esta manera considerar las necesidades inmediatas del mercado de profesionales de la construcción.

### SI SU RESPUESTA FUE "NO", ¿QUÉ MODIFICARÍA?

- Mayor número de prácticas.
- Dedicar horas de formación a software dirigidos a las nuevas tecnologías.
- Incluir gestión de permisos DOM en las mallas curriculares.
- Modificar las mallas curriculares a las necesidades del mercado.

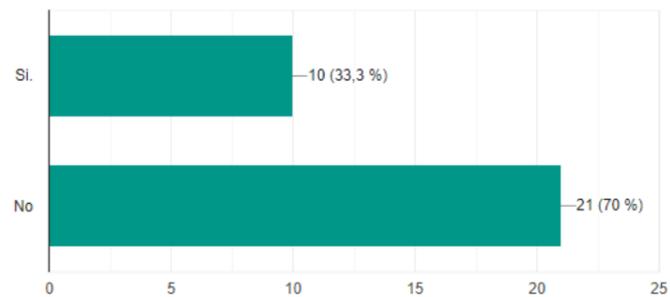
### Interpretación

Como es de esperar y acorde al capítulo N° II del presente documento, las mejoras sugeridas tienen directa relación con las horas de práctica realizadas e inclusión de nuevas tecnologías al mercado. Las redes de ex alumnos, vínculos de profesionales titulados con sus casas de estudio, actualización constante de mallas curriculares y aumento de las habilidades en terreno son claros nichos para elevar la eficiencia y productividad de los profesionales, por ende, del mercado en general.

¿CONOCES, HAS PARTICIPADO O UTILIZADO ALGUNA INICIATIVAS PARA LA PRODUCTIVIDAD COMO “PLAN BIM”, “CONSTRUYE” U OTRA?

Imagen 58.- Nivel de información sobre iniciativas para la productividad.

30 respuestas



SI TU RESPUESTA FUE "SI" ¿CUÁL DE ELLAS?

BIM, Construye 2025, Iconstruye, Oracle primavera p6, Autodesk Autocad y sketchup.

### Interpretación

Si se extrapola los resultados obtenidos, solo el 10% de la población objetivo tiene algún indicio de las herramientas que existen para el aumento de la eficiencia. Dicha cifra es preocupante al considerar que, Plan Bim posee como tope el año 2025 para exigir el uso de dicho plan en proyectos públicos y, con el tiempo, en obras privadas.

Es tarea de todos los colaboradores de los distintos proyectos, en especial de los cargos gerenciales, incorporar de manera paulatina los distintos programas, herramientas y marcos de trabajo que proporciona el sistema BIM a través de la capacitación, formación certera, certificación y aumento de las capacidades de acuerdo a los intereses de los trabajadores, para lo cual, la colaboración y transferencia de información es esencial.

## COMO CONSTRUCTOR, ¿EN QUÉ PUEDES APORTAR AL AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN OBRA?

- Impedir tiempos muertos
- Mayor inspección del programa que permita la anticipación de posibles problemas.
- Disminución de incertezas
- Mejora de condiciones laborales.
- Last planner.
- Aumentar la colaboración.
- Aumentar la planificación y gestión a lo largo de toda la vida útil del proyecto.
- Aumentar la gestión de maquinarias, insumos y personas.
- Estandarizar procesos que permita delegar tareas.
- Seguimiento de Carta Gantt
- Categorizar desempeño y experiencia para generar una productividad enfocada y puntual.
- Potenciar el trabajo en equipo.
- Existencia de un líder en cada cuadrilla, el que se encarga de difundir la información a su equipo.
- Aumentar incentivos con Bonos de Producción.
- Fomentar las capacidades de cada trabajador y un buen clima laboral.
- Aumento de tecnologías
- Inclusión de nuevas materialidades y procesos.
- Mayor capacitación.
- Maestros calificados y jornales con experiencia.
- Incluir aspectos desfavorables en la planificación.
- Entrega de información precisa.
- Control de partida mediante filtros de calidad.

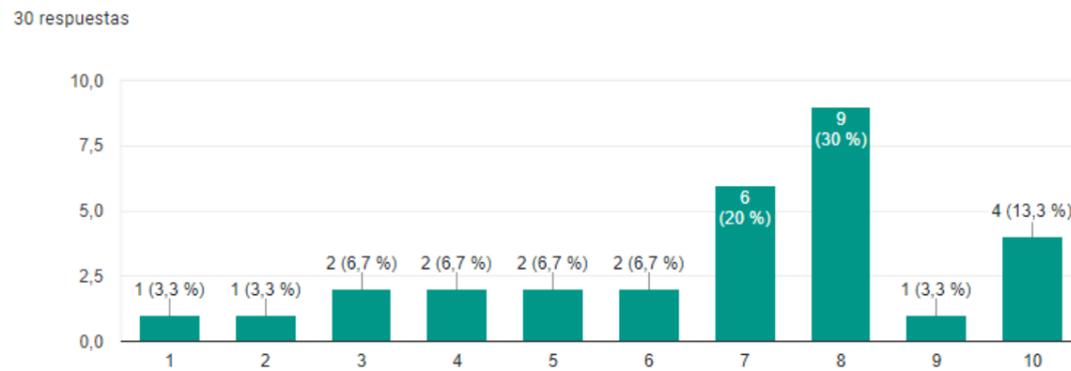
### **Interpretación**

Como era de esperar, el principal aporte esperado de un constructor es a través de la adherencia a las nuevas tecnologías, sistemas de trabajo colaborativos, salto hacia la estandarización, utilización de elementos prefabricados y aumento de las capacidades propias y de los trabajadores.

EN LA ESCALA DEL 1 AL 10 RESPONDA:

¿QUÉ TAN SEGUIDO SE REALIZAN MODIFICACIONES AL PROGRAMA Y/O PLANOS?

Imagen 59.- Porcentaje de modificación a documentos.

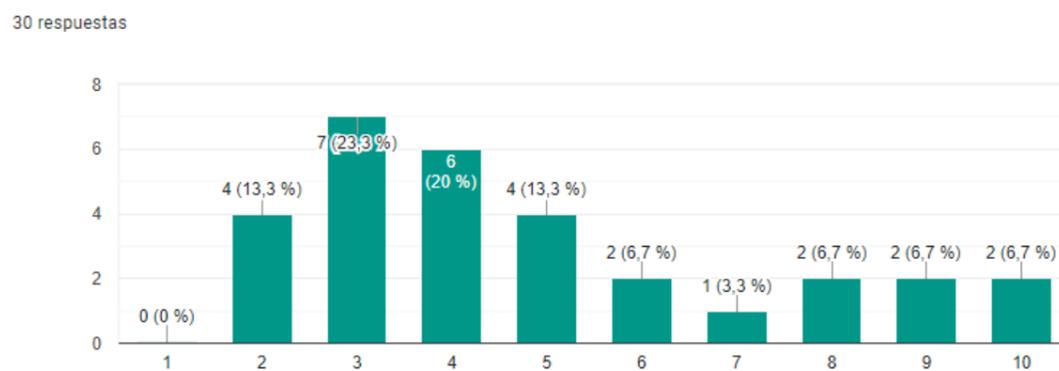


### Interpretación

Como se evidencia en la figura N°56, es común la existencia de modificaciones durante la ejecución de cualquier proyecto de construcción, solo el 3.3% declara la inexistencia de alteraciones en el proyecto actual. Ante la imposibilidad de eliminar por completos las modificaciones a planos y/o especificaciones, los esfuerzos se deben centrar en reducir estas a través de la gestión, colaboración temprana de las distintas especialidades, contar con herramientas y traspaso información necesaria para abordar de forma oportuna y eficiente el cambio.

¿QUÉ TAN FRECUENTES SON LOS RETRABAJOS?

Imagen 60.- Grado de duplicación de partidas.

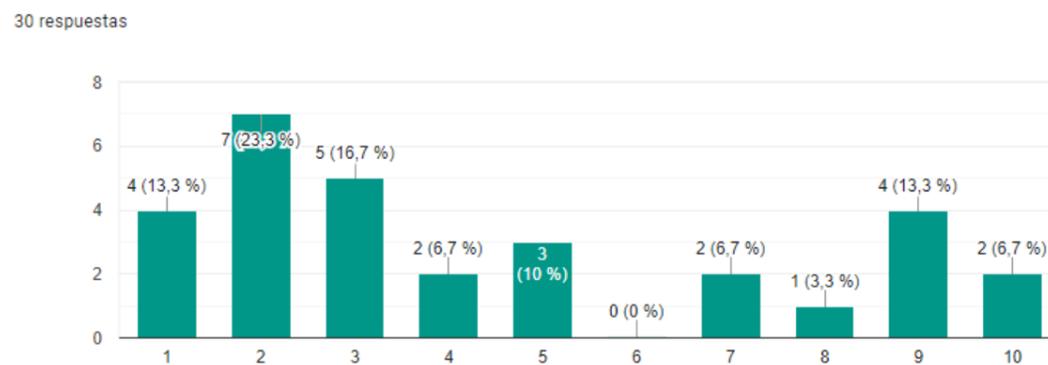


### Interpretación

Sumado a la interrogativa anterior, la existencia de los mal llamados retrabajos o elementos realizador más de una vez, ya sea por su confección errónea o por modificaciones impuestas, a pesar de ser menos frecuente que las modificaciones, no carecen de importancia ya que retrasan el plazo, el costo, calidad y, por lo tanto, afectan directamente la productividad del proyecto en general y, al igual que en el caso de las modificaciones, los esfuerzos se deben poner en la gestión con eficiencia de estos y la transferencia de información clara y oportuna.

## ¿QUÉ TAN COMÚN ES EL USO DE PREFABRICADOS?

Imagen 61.- Frecuencia en el uso de prefabricados.

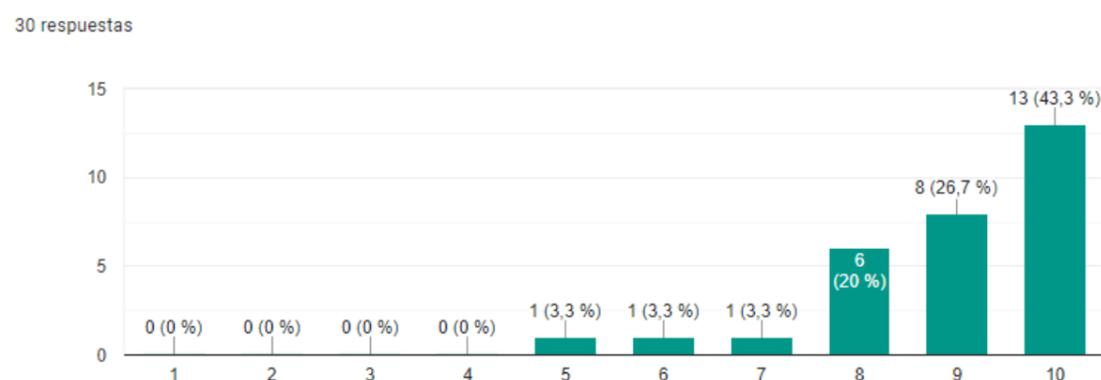


### Interpretación

Solo el 20% de la población representada utiliza con frecuencia elementos prefabricados. Esto evidencia la existencia de información limitada dichos elementos y por ende, se ignora el potencial de aumento de productividad y calidad de las distintas faenas. Adicionalmente, como se menciona en el cuerpo del documento los prefabricados tienden a ser componentes y no obras terminadas, es decir, se utiliza enfierradura para escaleras fabricadas en serie, pero no la escalera ya hormigonada.

## ¿QUÉ TAN FRECUENTES SON LAS SUPERVISIONES DE LAS PARTIDAS?

Imagen 62.- Frecuencia en la supervisión de partidas.



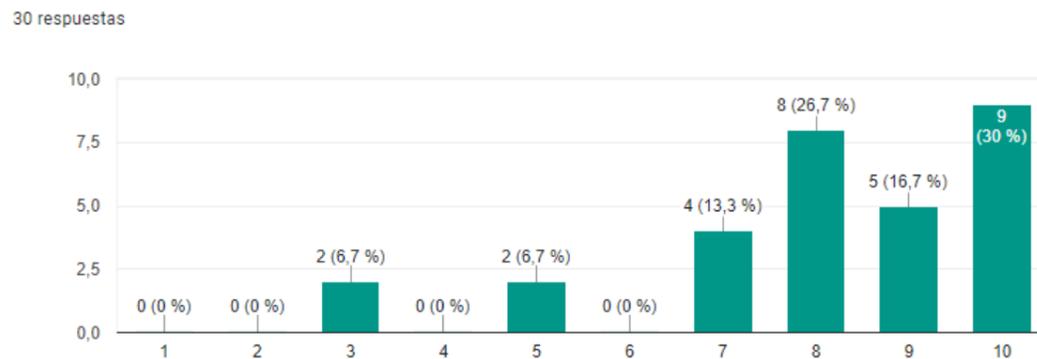
### Interpretación

La totalidad de los profesionales encuestados considera la cantidad de supervisión óptima, sin embargo, el número de supervisiones realizadas no asegura la correcta realización de esta, lo cual se refleja en el número de retrabajos y modificaciones por omisión o pobre transferencia de información.

Nuevamente, la transferencia de información oportuna, el uso de prefabricados, la colaboración entre profesionales y especialidades, son esenciales para aumentar la eficiencia en la supervisión y, la capacitación constante de supervisores disminuye la probabilidad de inconsistencia e identificación de posibles problemas con tiempo.

## CALIFIQUE LA COLABORACIÓN DE PROFESIONALES DENTRO DE LA EMPRESA.

Imagen 63.- Grado de colaboración.

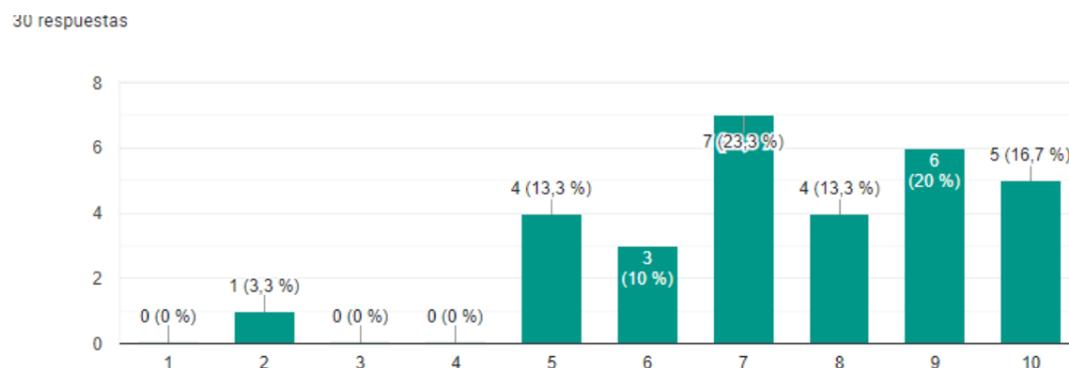


### Interpretación

Solo 9 del total de encuestados asume una responsabilidad constante en la colaboración de especialidades y profesionales en el proyecto donde trabaja. La colaboración es fundamental para el salto del sector a proyectos más eficientes que incluyan, durante toda su vida útil, softwares especialidades para la proyección y control de proyectos de edificación, civiles y de especialidades, en los cuales la transferencia de información entre profesionales y hacia los trabajadores es básico para la correcta utilización de los sistemas de información integrada.

## CALIFIQUE EL ORDEN DENTRO DE LA OBRA.

Imagen 64.- Orden en las obras muestreadas.



### Interpretación.

Sobre el 90% de los encuestados considera el orden dentro de las faenas como “optimo”. Este punto es fundamental para lograr disminución de los residuos generados y los tiempos muertos al localizar material. Los sistemas de cuantificación de material de las bodegas es uno de los puntos primordiales para disminuir la perdida de material por acumulación, robo, omisión u otros.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES

Una de las funciones principales de un Constructor Civil es velar por la calidad y productividad de las obras en las cuales participa. Calidad en función del “buen construir” incluyendo normativas y legislación vigente y productividad en cuanto a relación costo, plazo y necesidades del cliente.

Como se expone en el desarrollo del presente documento, la productividad del sector de la construcción es deficiente y carece del impulso necesario para subsanar la brecha que existe con países referentes como España y Nueva Zelanda. Factores como el uso limitado de elementos prefabricados, carencia de estandarización, el parvo número de capacitaciones y la fragmentación del mercado impiden lograr la máxima productividad. Sobre estos factores se debe poner énfasis para estrechar la distancia mencionada.

Para lograr obtener evidencia cuantitativa de las problemáticas relacionadas a la productividad, se realizó una encuesta a una población objetivo representada por 30 constructoras de la V región, a partir de las cuales, se logra identificar las fallas y con ellas el aporte que puede realizar un Constructor a la productividad en obra.

De la encuesta se obtiene que, el 66,7% de la población objetivo no considera el uso de la productividad como elemento de gestión sino más bien, un indicador en base a su productividad historia. Esto impide concientizar a la empresa sobre la máxima eficiencia que se puede alcanzar y a partir de esta, tomar decisiones oportunas disminuyendo el impacto de eventualidades o inconsistencia en planos, especificaciones o situaciones del entorno.

Asimismo, se obtuvo que solo 1 de las 30 empresas cuenta con estandarizaciones internas. Esta última tienen relación directa con la productividad de los proyectos, ya que, la estandarización conlleva a la especialización y, la especialización deriva en el aumento de la calidad y disminución de los plazos de entrega.

Solo el 20% de las empresas de la población objetivo utiliza componentes prefabricados, es decir, parte del elemento, por ejemplo, enfierradura. Cabe destacar que, el uso de elementos prefabricados permite el aumento tanto de la productividad de la obra, al generar faenas con plazos reducidos, como la calidad de los elementos terminados.

El 80% de la población encuestada considera su formación académica optima, mientras que, el 33,3% declara conocer alguna iniciativa gubernamental que posea relación con la productividad del sector de la construcción. En este punto la capacitación sobre nuevas tecnologías, softwares de modelamiento y colaboración entre especialidades, sumadas al salto a la digitalización del sector son fundamentales para disminuir costos, reducir plazos y aumentar la calidad de los proyectos, aspectos esenciales para lograr el aumento de la productividad.

Solo 1 de los 30 encuestados devela la inexistencia de modificaciones a planos o especificaciones, producto de la mala planificación y transferencia de información oportuna. Situación que se puede subsanar a través de la digitalización, la cual, fomenta la colaboración y la transferencia de información en orden jerárquico y entre las distintas especialidades, disminuyendo imprevistos, falta de coordinación entre planos y posibles retrabajos. Cabe destacar que, producto de la pandemia por Covid 19 se tiene la falsa creencia de un impulso en la digitalización, donde el 63,3% de los encuestados considera la existencia de un aumento en este aspecto, sin embargo, el 46,7% declara la inexistencia

de cambios en sus labores, por lo cual, no existe un aporte en la implementación de nuevos softwares o tecnologías, sino solo el traspaso de información física a digital debido a la necesidad de realizar sus labores desde el hogar.

Otro aspecto a considerar es la capacitación dirigida al área operacional, en específico a la supervisión de la mano de obra. Son los supervisores la primera línea de control de la calidad del producto terminado, por lo cual, el aumento de sus capacidades en nuevas metodologías, procedimientos estandarizados, correcta utilización de elementos prefabricados y retroalimentación de los procesos permiten una mejora continua.

En consideración a los aspectos anteriormente mencionados el Constructor Civil debe:

- Fomentar el contacto con sus casas de estudio a través de redes de ex alumnos, ferias universitarias u otras instancias que permitan mantener a universidades actualizada en cuanto a programas y softwares utilizados en el mercado laboral y con ello la actualización de las mallas curriculares.
- Cambiar el enfoque tradicional para medir la productividad a métodos lean construction, reingeniería de procesos, estimación de productividad optima y uso de métodos CPM y PERT, incluyendo la productividad como elemento de gestión.
- Planificar las distintas faenas según procesos ya realizados con anterioridad, fomentando la estandarización y especialización a través del uso de procesos reiterativos.
- Evaluar en proyectos, el beneficio en cuanto a disminución de los plazos y aumento de calidad del uso de elementos prefabricados terminados.
- Incluir en los proyectos programas gubernamentales como Construye 2025, Mapa contech y modelos PMG fomentando la digitalización, colaboración entre especialidades, aumento de las capacidades del personal, calidad del proyecto y disminución de costos.
- Velar por la disminución de inconsistencias, carencia de cruce de información anticipado entre especialidades y posibles retrabajos, a través de la colaboración, digitalización y transferencia de información oportuna y clara en orden jerárquico.
- Incluir en la planificación la capacitación de profesionales, supervisores y trabajadores, de manera de disminuir las inconsistencias o error por desconocimiento del personal. La inclusión de nuevos conocimientos permite al personal ascender a nuevos puestos de trabajo y mejores sueldos.
- Mantener y aumentar constantemente las capacidades propias, participando de cursos, diplomados o cualquier programa que permita aumentar los conocimientos personales.
- Incorporar a constructores en etapas tempranas del proyecto, ya que este posee experiencia en terreno, por lo cual, su participación en la planificación disminuye las incertezas o inconsistencia de los planos y el trabajo en faena.
- Priorizar el orden de las bodegas y de la obra en general, impidiendo la pérdida de material y aumento de los tiempos de trabajo, por no planificar la distribución optima de la instalación de faena.

El aumento de la productividad y calidad de las obras de construcción es tarea tanto de los profesionales que requiere una obra, como del gobierno de turno en cuanto a iniciativas que permitan aumentar las capacidades del sector y fomentar el trabajo colaborativo en pro de un mismo objetivo, siendo este, la entrega de proyectos de calidad, dentro de los plazos y costos planificados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cámara Chilena de la Construcción, “Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales,” Oct. 2020.
- [2] “Industria de la construcción en Chile: ¿Por qué es el ‘termómetro’ de la economía? - CPI.” <https://www.infraestructurapublica.cl/industria-de-la-construccion-en-chile-por-que-es-el-termometro-de-la-economia/> (accessed Sep. 04, 2022).
- [3] “Chile (OIT Santiago)”.
- [4] “Factores de producción - Qué es, definición y concepto | 2022 | Economipedia.” <https://economipedia.com/definiciones/factores-de-produccion.html> (accessed Sep. 04, 2022).
- [5] “Productividad – Portal CDT.” <https://www.cdt.cl/tag/productividad/> (accessed Sep. 04, 2022).
- [6] BANCO CENTRAL DE CHILE, “CUENTAS NACIONALES DE CHILE,” 2020.
- [7] OECD, “Estudios Económicos de la OCDE,” 2018. [Online]. Available: [www.oecd.org/eco/surveys/economic-survey-.htm](http://www.oecd.org/eco/surveys/economic-survey-.htm)
- [8] M. M. Gundecha, “STUDY OF FACTORS AFFECTING LABOR PRODUCTIVITY AT A BUILDING CONSTRUCTION PROJECT IN THE USA: WEB SURVEY A.”
- [9] “LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION.” <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/los-principios-de-lean-construction> (accessed Sep. 04, 2022).
- [10] G. Escalera, C. Masa, and E. G. Rojo, “IMPLANTACIÓN DE LA REINGENIERIA POR PROCESOS: ACTIVIDADES, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS.”
- [11] K. P. Kisi, “Estimation of Optimal Productivity in Labor-Intensive Construction Operations,” 2015. [Online]. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/constructiondiss><http://digitalcommons.unl.edu/constructiondiss/19>
- [12] “El desafío de mejorar la productividad en la industria de la construcción #1 – PMG | Business Improvement.” <https://www.pmgchile.com/el-desafio-de-mejorar-la-productividad-en-la-industria-de-la-construccion-1/> (accessed Sep. 08, 2022).
- [13] McKinsey&Company, “EXECUTIVE SUMMARY,” 2017. [Online]. Available: [www.mckinsey.com/mgi](http://www.mckinsey.com/mgi).
- [14] “Prefabricados de hormigón y el potencial de la construcción híbrida en edificación en altura – Consejo de Construcción Industrializada.” <https://construccionindustrializada.cl/2021/06/25/prefabricados-de-hormigon-y-el-potencial-de-la-construccion-hibrida-en-edificacion-en-altura/> (accessed Sep. 11, 2022).
- [15] “Claves de la capacitación y sus desafíos en Chile - Redlearning.” <https://redlearning.cl/claves-de-la-capacitacion-y-desafios-en-chile/> (accessed Sep. 04, 2022).

- [16] “40% aumentó demanda de trabajadores en el norte de Chile – Atacama Noticias.” <https://www.atacamanoticias.cl/2019/01/02/40-aumento-demanda-de-trabajadores-en-el-norte-de-chile/> (accessed Sep. 04, 2022).
- [17] P. Soto Altamirano, “Estadísticas de Accidentabilidad,” 2020. [Online]. Available: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl)
- [18] “Base de Datos Estadísticos.” [https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP\\_CCNN/MN\\_CCNN76/CCNN\\_EP13\\_05\\_ratio/637146750091562955](https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN_EP13_05_ratio/637146750091562955) (accessed Sep. 04, 2022).
- [19] Centro Ingeniería Organizacional, “DIAGNÓSTICO DE LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN Y DE LAS OPORTUNIDADES DE INCORPORACIÓN,” 2017.
- [20] “Aumenta el trabajo independiente durante la pandemia.” <https://www.aarp.org/espanol/trabajo/busqueda-de-empleo/info-2020/mas-personas-como-independientes-durante-la-pandemia.html#%20a> (accessed Sep. 04, 2022).
- [21] “Construye2025 – Construye2025.” <https://construye2025.cl/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [22] “DOM en Línea – Construye2025.” <https://construye2025.cl/iniciativa/dom-en-linea/> (accessed Sep. 04, 2022).
- [23] “Mapa Contech – Construye2025.” <https://construye2025.cl/iniciativa/mapa-con-tech/> (accessed Sep. 04, 2022).
- [24] Project Management Institute, *PMBOK guide + Agile practice guide : Agile practice guide bundle*.
- [25] SII, “202112\_PUB\_COMU\_RUBR,” 2020.
- [26] Felipe Araya, “*La influencia de los cambios en la productividad de la construcción: una revisión del estado del arte*”, 2021