

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL NIVEL DE EFICIENCIA  
TECNOLÓGICA EN PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS  
UTILIZADOS EN EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN  
PERÚ Y CHILE, 2025”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. BRAYAN ALVARO CALLACONDO QUISPE**

**Bach. YEREMY DEYVIS CASTRO YATACO**

**TACNA – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL NIVEL DE EFICIENCIA  
TECNOLÓGICA EN PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS  
UTILIZADOS EN EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN  
PERÚ Y CHILE, 2025”**

Tesis sustentada y aprobada el 20 de diciembre de 2025; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO**

**VOCAL : Mtra. MARÍA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO**

**ASESOR : Mtra. GLENDA MILAGROS LINAJA GARCÍA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Brayan Alvaro Callacondo Quispe / Yeremy Deyvis Castro Yataco, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 77142594 y 71775048 respectivamente, así como Mtra. Glenda Milagros Linaja García con DNI 72635669; declaramos en calidad de autores y asesor que:


1. Somos los autores de la tesis titulada: *Evaluación comparativa del nivel de eficiencia tecnológica en procedimientos constructivos utilizados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 20 de diciembre de 2026

  
Brayan Alvaro Callacondo Quispe  
DNI: 77142594

  
Glenda Milagros Linaja García  
DNI: 72635669

  
Yeremy Deyvis Castro Yataco  
DNI: 71775048

## DEDICATORIA

Dedico este logro a mi amada familia, especialmente a mis padres (Venturo Callacondo y Betza Quispe), quienes han sido mi mayor inspiración y mi fuerza en todo momento. Gracias por ser mi motivo de lucha, por su amor incondicional, por los sacrificios que hicieron para que yo pudiera alcanzar mis metas, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. También a mi hermano menor Kevin, por su alegría, compañía y por recordarme siempre que los sueños se alcanzan con constancia y fe. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada enseñanza de ustedes me guiaron hasta aquí. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque detrás de cada página de esta tesis está su amor, su entrega y su fe en mí.

Brayan Alvaro Callacondo Quispe

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi familia. A mis padres, Yumer Castro y Mirian Yataco, por su bendición, su apoyo incondicional y los sacrificios que han hecho por mí, este logro es posible gracias a ustedes, de su ejemplo he aprendido el valor de la constancia, la dedicación y el esfuerzo por alcanzar lo que uno desea, a mirar siempre hacia adelante y nunca hacia abajo. Dedico también este trabajo a mi hermana Shesira Castro, mi compañera de vida y fuente de inspiración, siempre me animas, cuando me siento pensativo o tengo muchas dudas, pienso en ti, en tu alegría y tu forma de ver la vida y en la fuerza que proyectas sin darte cuenta, eres una persona increíble, y quiero ser alguien del que te sientas orgullosa. Finalmente dedico esta tesis a una persona muy especial que creyó en mí cuando ni yo mismo lo hacía, que me acompañó en los momentos más difíciles y me ayudo a tomar las mejores decisiones, por tus palabras de aliento cuando sentía que ya no podía más, por tus risas que iluminaban mis días grises y por recordarme siempre quien soy. Este logro más que mío, es de ustedes, por creer y confiar siempre en mí. Los amo con todo mi corazón, y así como ustedes estuvieron para mí, yo siempre estaré para ustedes.

Jeremy Deyvis Castro Yataco

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme fortaleza, sabiduría y salud para culminar esta etapa tan importante. A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi hermana en el cielo, cuya luz guía mis pasos y me inspira a seguir adelante. A mis abuelos, por su cariño, consejos y oraciones, y a mis amigos y amigas, por su compañía, comprensión y ánimo en los momentos difíciles. También a los ingenieros y docentes que, con su dedicación y conocimiento, aportaron de manera valiosa a mi formación profesional.

Y, de manera especial, a esa persona que llegó a mi vida y con su presencia se ha convertido en una inspiración silenciosa, gracias por aportar alegría, serenidad y motivación en este proceso. A todos, gracias por ser parte de este logro.

Brayan Alvaro Callacondo Quispe

## AGRADECIMIENTO

Con profunda sinceridad, extendiendo mi más sincera gratitud a Dios, por mostrarme el camino hacia este logro, por darme la fuerza y la paz mental que necesitaba para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Agradezco con todo mi corazón a mi familia por estar siempre conmigo cuando más lo necesite, su amor incondicional y su apoyo constante hizo posible este logro. A mis angelitos en el cielo, gracias por escuchar mis peticiones y brindarme su ayuda desde lo alto, sé que me acompañan en cada paso que doy. A mi abuela gracias por tu cariño, tus palabras de aliento y enseñarme tanto con tu ejemplo. A mis tíos y primos por sentirse orgullosos de mí, su confianza y admiración son una gran motivación para seguir superándome y cumplir sus expectativas. A mis amigos y amigas por sacarme una sonrisa y por su compañía, Extiendo también mi agradecimiento a los ingenieros y docentes que me acompañaron durante este proceso académico, sus enseñanzas, consejos y experiencias me formaron no solo como profesional, sino también como persona. Finalmente, quiero agradecer de manera muy especial a una persona que siempre estuvo presente en esta etapa, motivándome y apoyándome en cada momento. A veces, con solo pensar en ti encontraba la fuerza que necesitaba para continuar. A cada uno de ustedes, gracias por ser parte de mi vida, por su ayuda, su motivación y por haber contribuido a que este logro sea posible.

Jeremy Deyvis Castro Yataco

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación e Importancia.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Bases teóricas.....	10
2.3. Definición de términos.....	17
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1. Diseño de la investigación.....	20
3.2. Acciones y actividades.....	20
3.3. Materiales y/o instrumentos.....	21
3.4. Población y/o muestra de estudio.....	22
3.5. Operacionalización de variables.....	23
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico.....	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	25
4.1. Presentación de los proyectos analizados .....	25
4.2. Evaluación de procedimientos constructivos en la obra de Chile.....	28

4.3.	Evaluación de procedimientos constructivos en la obra de Perú.....	33
4.4.	Comparación del nivel de eficiencia tecnológica entre Perú y Chile.....	39
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	44
	CONCLUSIONES.....	49
	RECOMENDACIONES. ....	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXOS.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de evaluación del nivel de eficiencia tecnológica.....	13
Tabla 2. Operacionalización de variables de investigación.....	23
Tabla 3. Comparación de requisitos técnicos y administrativos.....	39
Tabla 4. <i>Comparación de procedimientos constructivos estructurales</i> .....	40
Tabla 5. Comparación global del nivel de eficiencia tecnológica.....	41
Tabla 6. Lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano.....	47

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Robots albañiles .....	15
Figura 2. Los 3 ejes a considerar para la implementación de Lean .....	17
Figura 3. Ubicación de la Obra 1.....	26
Figura 4. Vista Isométrica de la Obra 1.....	26
Figura 5. Ubicación de la Obra 2.....	27

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar el nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, a fin de identificar brechas tecnológicas y proponer lineamientos que contribuyan a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano. La presente investigación es básica, de nivel descriptivo-comparativo, con un diseño no experimental y de corte transversal. Se seleccionaron como unidades de análisis dos expedientes técnicos representativos: el proyecto Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera – Coihueco (Chile) y el proyecto Mejoramiento del Servicio Educativo de la I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez – Tacna (Perú). La información fue recolectada mediante análisis documental, revisión normativa, fichas estructuradas de observación y matrices comparativas aplicadas a las partidas estructurales de cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros. Los resultados evidencian que Chile presenta un nivel de eficiencia tecnológica superior, sustentado en el uso de hormigones premezclados certificados, equipos de vibrado eléctricos, sistemas BIM, Plan de aseguramiento de calidad (PAC) y planificación automatizada. En contraste, en Perú predominan los procedimientos manuales, la supervisión presencial y el control documental físico. Finalmente, se proponen lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano enfocados en la gestión digital de calidad, mecanización, estandarización de procesos y capacitación profesional, orientados a incrementar la productividad, sostenibilidad y modernización del sector construcción.

**Palabras clave:** eficiencia tecnológica; concreto armado; procedimientos constructivos; modernización; Chile; Perú.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate and compare the level of technological efficiency in the construction procedures applied to reinforced concrete buildings in Peru and Chile, in order to identify technological gaps and propose guidelines that contribute to the modernization of the structural construction process within the Peruvian context. This research is of a basic type, with a descriptive–comparative level, non-experimental design, and cross-sectional approach. Two representative technical files were selected as units of analysis: the Community Mental Health Center “Cordillera” – Coihueco project (Chile) and the Improvement of the Educational Service of I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez – Tacna project (Peru). Data were collected through documentary analysis, technical code review, structured observation sheets, and comparative matrices applied to the structural components of foundations, columns, beams, slabs, and walls. The results show that Chile exhibits a higher level of technological efficiency, supported by the use of certified ready-mix concrete, electric vibrators, BIM systems, a digital Quality Assurance Plan (PAC), and automated planning systems. In contrast, Peru still relies mainly on manual procedures, on-site supervision, and physical documentation control. Finally, technical guidelines adaptable to the Peruvian context are proposed, focusing on digital quality management, mechanization, process standardization, and professional training, aimed at increasing productivity, sustainability, and the modernization of the construction sector.

**Keywords:** technological efficiency; reinforced concrete; construction procedures; modernization; Chile; Peru.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la industria de la construcción ha experimentado una transformación acelerada como resultado de la incorporación de tecnologías orientadas a mejorar la productividad, la calidad y la sostenibilidad de las edificaciones. Tendencias como el Building Information Modeling (BIM), la prefabricación, la industrialización de procesos constructivos y el empleo de materiales de alto desempeño han logrado posicionarse como pilares para optimizar los plazos de ejecución y reducir costos en obras de infraestructura a nivel mundial. Bajo este enfoque, diversos países han adoptado modelos constructivos tecnológicamente eficientes, contribuyendo al incremento de su competitividad y a la generación de edificaciones más seguras y durables.

Sin embargo, esta evolución no se presenta de manera uniforme en todas las regiones. En América Latina persiste una brecha significativa en la adopción tecnológica dentro del sector construcción. Informes internacionales como los elaborados por McKinsey Global Institute (2023) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) destacan que algunas naciones, como Chile, han logrado avances sostenidos en la modernización de sus procedimientos constructivos, mientras que otros países, como el Perú, aún enfrentan dificultades asociadas a la escasa industrialización, la limitada capacitación técnica y la falta de inversión en innovación.

En el caso específico de la ciudad de Tacna, la problemática resulta aún más evidente pese a su cercanía geográfica con Chile, un país que se ha convertido en referente en la modernización constructiva en Sudamérica. La diferencia en la adopción tecnológica entre ambos territorios se manifiesta en la gestión de obra, la calidad final de las estructuras y la eficiencia de los recursos utilizados, lo que representa una oportunidad para el análisis comparativo y la transferencia de conocimientos.

En este contexto, la presente investigación se plantea como propósito comparar el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en partidas de estructuras de edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, con la finalidad de identificar diferencias relevantes que permitan establecer estrategias de mejora orientadas a la modernización del proceso constructivo estructural en el ámbito peruano, particularmente en regiones como Tacna. El análisis resultante busca aportar evidencia técnica que contribuya al fortalecimiento de la industria local y al cierre de brechas respecto a países más avanzados tecnológicamente en el sector construcción.

La presente tesis está organizada en cinco capítulos principales que desarrollan de manera secuencial y lógica el proceso de investigación. A continuación, se describe cada uno de ellos:

El Capítulo I, denominado El problema de investigación, describe la problemática central vinculada al nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos de edificaciones de concreto armado en Perú y Chile. Asimismo, se plantean la formulación del problema general y los problemas específicos, la justificación e importancia del estudio, los objetivos y la hipótesis de investigación.

El Capítulo II, correspondiente al Marco teórico, presenta los antecedentes relevantes nacionales e internacionales relacionados con la temática, así como los fundamentos conceptuales y teóricos que sustentan la investigación. De igual manera, se incluyen definiciones de los principales términos empleados para asegurar la claridad conceptual del estudio.

En el Capítulo III, titulado Marco metodológico, se detallan el enfoque, diseño y tipo de investigación, además de las acciones y actividades a realizar, la población y muestra de estudio, los materiales e instrumentos utilizados, así como el proceso de operacionalización de variables y las técnicas de procesamiento y análisis estadístico aplicadas.

El Capítulo IV, denominado Resultados, expone los hallazgos obtenidos en el estudio, organizados en subtítulos que permiten una presentación clara y ordenada de la información correspondiente a la comparación de los niveles de eficiencia tecnológica entre ambos países.

Finalmente, el Capítulo V, Discusión, interpreta los resultados obtenidos a partir del marco teórico y los antecedentes revisados, analizando su relevancia y las implicancias en el contexto del sector construcción.

Posteriormente, se presentan las Conclusiones derivadas del cumplimiento de los objetivos de investigación, y las Recomendaciones orientadas a la mejora del proceso constructivo estructural en el Perú, especialmente en regiones como Tacna.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo desarrolla la problemática que da origen a la investigación, abordando la situación actual del nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado. Para ello, se contextualiza inicialmente el avance tecnológico en el sector construcción a nivel mundial, regional y nacional, destacando las diferencias existentes entre Chile y Perú en la adopción de tecnologías orientadas a mejorar la productividad y la calidad estructural. Asimismo, se plantea la formulación del problema de investigación, tanto a nivel general como específico, junto con la justificación e importancia del estudio.

Finalmente, se presentan los objetivos que guían la investigación y la hipótesis que permitirá comprobar la existencia de brechas tecnológicas significativas en el proceso constructivo estructural entre ambos países.

### 1.1 Descripción del problema

A nivel mundial, el sector de la construcción constituye un pilar fundamental del desarrollo económico, proyectándose un crecimiento sostenido del mercado global entre los años 2025 y 2034, impulsado principalmente por la industrialización de procesos constructivos y la incorporación progresiva de nuevas tecnologías (Informes de Expertos, 2024). Estas transformaciones tienen como objetivo incrementar la productividad, mejorar la calidad estructural de las edificaciones y optimizar el uso de recursos, en respuesta a las crecientes exigencias sociales, técnicas y ambientales en materia de infraestructura.

No obstante, esta dinámica de modernización no se ha desarrollado de manera uniforme. Históricamente, el sector construcción ha sido uno de los más tradicionales y resistentes a la innovación, situación que se acentuó tras la crisis económica generada por la burbuja inmobiliaria del año 2007. En la actualidad, los avances tecnológicos, los cambios en los modelos de gestión y la presión del mercado están impulsando a la industria a transformarse mediante la digitalización, la automatización de procesos y el uso de materiales de mayor desempeño (Arbentia, 2024).

En este contexto, tecnologías como la robótica colaborativa, la impresión 3D, el uso de drones, los materiales inteligentes y los sistemas basados en inteligencia artificial vienen transformando los procedimientos constructivos en diversos países, permitiendo mejorar la productividad, la precisión de ejecución y la sostenibilidad de las edificaciones

de concreto armado (Finalcad, 2022; StartUs Insights, 2025). Sin embargo, en América Latina la adopción de estas tecnologías continúa siendo limitada y desigual, debido principalmente a la escasa inversión en innovación, la insuficiente capacitación técnica del recurso humano y el predominio de métodos constructivos convencionales, especialmente en las partidas estructurales.

Chile se ha consolidado como un referente regional en la industrialización y aplicación de tecnologías modernas en estructuras de concreto armado, gracias a la actualización constante de su normativa, la implementación de sistemas de gestión digital, el uso de metodologías como BIM y la mecanización de procesos constructivos. En contraste, el Perú presenta un avance tecnológico más lento y heterogéneo entre sus regiones. En ciudades como Tacna, pese a su cercanía geográfica con Chile y su potencial acceso a modelos constructivos más avanzados, la ejecución de edificaciones de concreto armado continúa desarrollándose mayoritariamente mediante procedimientos tradicionales, caracterizados por una baja mecanización, control de calidad principalmente presencial y gestión documental física, lo que genera mayores plazos de ejecución, mayor desperdicio de materiales y dificultades para garantizar una calidad estructural homogénea.

Esta diferencia evidencia la existencia de una brecha tecnológica significativa en el nivel de eficiencia de los procedimientos constructivos estructurales entre Chile y Perú, particularmente en partidas como cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros. No obstante, dicha brecha no ha sido evaluada de manera sistemática a partir de expedientes técnicos reales y comparables que permitan identificar objetivamente las diferencias en integración tecnológica, mecanización, control de calidad y gestión documental. En este sentido, resulta pertinente desarrollar una investigación que evalúe y compare el nivel de eficiencia tecnológica aplicado en las partidas estructurales de edificaciones de concreto armado en ambos países durante el año 2025, con el propósito de aportar evidencia técnica que contribuya a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano, especialmente en regiones con potencial de desarrollo como Tacna.

## **1.2. Formulación del problema**

Considerando la problemática expuesta en el apartado anterior, se establecen las siguientes interrogantes de investigación, formuladas a nivel general y específico:

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado construidas en Perú y Chile, evaluado y comparado mediante el análisis documental y técnico desarrollado durante el año 2025, con el propósito de identificar brechas tecnológicas y proponer lineamientos que contribuyan a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son los procedimientos constructivos empleados en las partidas estructurales, cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros de las edificaciones de concreto armado representativas de Perú y Chile, según la documentación técnica y normativa vigente de cada país?
- b. ¿Cómo se diferencia el nivel de eficiencia tecnológica de los procesos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, considerando dimensiones como la integración digital, el grado de mecanización, la productividad, el control de calidad estructural y la gestión documental?
- c. ¿Qué lineamientos técnicos pueden proponerse, a partir de las prácticas constructivas más eficientes del modelo chileno, para ser adaptados al contexto peruano con el fin de mejorar la productividad y sostenibilidad del proceso constructivo estructural?

### **1.3. Justificación e Importancia**

Este texto muestra sobre cómo usar la sangría al iniciar el párrafo Desde el punto de vista normativo, porque en el Perú los procedimientos constructivos estructurales se desarrollan bajo el marco del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el cual, si bien establece criterios mínimos de seguridad, no contempla con suficiente detalle el uso de tecnologías constructivas modernas o procesos industrializados que se vienen implementando en países como Chile. Este estudio, al identificar y analizar métodos constructivos más tecnificados, puede brindar insumos valiosos que orienten futuras actualizaciones normativas o la elaboración de manuales técnicos complementarios, especialmente en el área de estructuras de concreto armado.

Desde el punto de vista técnico, porque permite comparar procedimientos estructurales reales aplicados en edificaciones de concreto armado en dos contextos distintos: el peruano, con predominancia de métodos tradicionales, y el chileno, caracterizado por el uso extendido de tecnologías avanzadas, prefabricación y secuencias optimizadas. Esta comparación técnica permitirá identificar diferencias sustanciales en el uso de maquinaria, grado de automatización y eficiencia de los procesos, generando conocimiento que puede ser transferido al sector profesional y académico nacional para fortalecer la formación de ingenieros civiles y la toma de decisiones en obra.

Desde el punto de vista productivo, porque el sector construcción en el Perú enfrenta desafíos persistentes relacionados con la baja productividad, retrasos en ejecución y dependencia de procesos manuales. Aunque esta tesis no contempla un análisis de costos directo, sí aborda el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos estructurales, lo cual influye directamente en la reducción de tiempos de obra, minimización de errores y optimización de recursos.

#### **1.4. Objetivos**

Asimismo, se han definido los siguientes objetivos de investigación, estructurados en un objetivo general y objetivos específicos:

##### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar y comparar el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado construidas en Perú y Chile, mediante el análisis documental y técnico desarrollado durante el año 2025, con el propósito de identificar brechas tecnológicas y proponer lineamientos que contribuyan a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Identificar los procedimientos constructivos empleados en las partidas estructurales (cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros) de edificaciones de concreto armado representativas de Perú y Chile, a partir de documentación técnica y normativa vigente.
- b. Analizar comparativamente el nivel de eficiencia tecnológica de los procesos constructivos de ambos países, considerando dimensiones como integración

digital, mecanización, productividad, control de calidad estructural y gestión documental.

- c. Proponer lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano, basados en las prácticas más eficientes identificadas en el modelo constructivo chileno, orientados a mejorar la productividad y sostenibilidad del sector construcción.

### **1.5. Hipótesis**

En función de la problemática planteada y los objetivos de la investigación, se formula la siguiente hipótesis general:

El nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, evaluado durante el año 2025, presenta diferencias significativas asociadas al grado de mecanización, automatización y gestión digital implementadas en cada contexto, lo que permite identificar brechas tecnológicas y formular lineamientos orientados a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.

Y como hipótesis específicas, lo siguiente:

- a. Los procedimientos constructivos estructurales empleados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile mantienen similitudes en su enfoque técnico y normativo, pero difieren significativamente en el nivel de tecnificación, mecanización y control digital aplicado durante la ejecución de las partidas estructurales.
- b. El uso de maquinaria especializada, la secuencia de ejecución y el grado de automatización presentan una relación significativa con el nivel de eficiencia tecnológica alcanzado en los procedimientos estructurales implementados en Chile y Perú.
- c. Los lineamientos técnicos derivados de las prácticas estructurales más eficientes aplicadas en Chile guardan una relación significativa con el potencial de modernización y mejora de la productividad del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

El presente capítulo desarrolla los fundamentos teóricos y antecedentes de la investigación, estableciendo el andamiaje conceptual que permitirá comprender el fenómeno de la eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos de edificaciones de concreto armado.

Se aborda primero una revisión de investigaciones previas que evidencian avances, brechas y factores determinantes en la modernización de la construcción, tanto a nivel internacional como nacional. A continuación, se profundiza en las bases teóricas en torno a la productividad constructiva, la adopción de nuevas tecnologías, la industrialización de procesos y el rol de los materiales de alto desempeño. Finalmente, se definen los principales términos que operativizan el estudio y permiten acotar su alcance.

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes a nivel internacional**

En la tesis titulada “Estudio de aplicación de metodología diseño y construcción virtual en proyectos de infraestructura en Chile”, desarrollada por Viñales Trincado (2022) en la Universidad de Chile, se planteó como objetivo analizar el uso de la metodología Virtual Design & Construction (VDC) para optimizar la planificación, coordinación y gestión en proyectos de infraestructura. El estudio empleó una metodología descriptiva–exploratoria, basada en revisión documental de experiencias internacionales y latinoamericanas, así como entrevistas a profesionales especializados en gestión digital de la construcción. Los resultados evidenciaron que la aplicación de VDC mejora significativamente la coordinación interdisciplinaria, reduce conflictos en obra y disminuye costos asociados a retrabajos, además de favorecer una mejor toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto. La investigación concluye que la implementación de VDC en Chile es factible y representa una alternativa eficaz para incrementar la eficiencia tecnológica en la construcción, especialmente en el desarrollo de proyectos de gran escala.

En el artículo titulado “Proyecciones de la construcción impresa en 3D en Chile” publicado en la revista Ingeniería de Construcción en el año 2020, se analizan las principales tecnologías asociadas a la impresión 3D en edificaciones, así como su estado actual y proyección futura en el contexto chileno, destacando los beneficios de

su implementación en términos de reducción de plazos y costos, así como menor generación de residuos durante el proceso constructivo. La investigación muestra que, aunque la impresión 3D ya se ha convertido en un recurso viable para diversos países, en Chile se encuentra aún en fase de exploración, con iniciativas piloto que requieren mayor inversión, desarrollo normativo y fortalecimiento de capacidades técnicas. Finalmente, los autores concluyen que la adopción progresiva de esta tecnología en Chile podría generar mejoras significativas en la eficiencia productiva del sector construcción y contribuir a la industrialización de procesos estructurales.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

En la tesis titulada “Sector de construcción frente a la innovación actual en Lima Metropolitana”, elaborada por Cárdenas Alarcón (2021) en la Universidad Nacional Federico Villarreal, se tuvo como objetivo evaluar el nivel de innovación aplicado por las empresas constructoras en Lima, identificando las barreras y percepciones respecto a la incorporación tecnológica en el sector. La investigación empleó una metodología de enfoque cuantitativo, mediante la aplicación de encuestas estructuradas a profesionales del rubro, complementadas con revisión documental sobre indicadores de innovación. Los resultados evidenciaron que, si bien las empresas reconocen la importancia de la innovación para mejorar la productividad y competitividad, existe una percepción generalizada de que la inversión tecnológica representa un costo elevado y de retorno incierto, lo que retrasa su implementación. Se concluyó que el sector construcción peruano requiere fortalecer su cultura de innovación e incorporar herramientas tecnológicas que permitan optimizar procesos constructivos y elevar los estándares de calidad en obra.

En la tesis titulada “Innovación tecnológica para impulsar los aspectos técnicos en edificaciones multifamiliares de Lima Metropolitana”, elaborada por Carlos Alipio Vilca Sivrichi (2024) en la Universidad San Ignacio de Loyola, se planteó como objetivo promover la implementación de tecnologías innovadoras en la construcción de vivienda multifamiliar con el fin de mejorar los aspectos técnicos de ejecución, considerando la diversificación industrial de procesos, la incorporación de nuevas metodologías de obra y el acceso a herramientas tecnológicas. Para ello se empleó una metodología cuantitativa de correlación, con diseño no experimental, transversal y prospectivo, aplicando un cuestionario semiestructurado mediante escala Likert a una muestra de 28 proyectos inmobiliarios del programa “Mi Vivienda” en Lima Metropolitana. Los resultados revelaron un coeficiente alfa de Cronbach de 0.862 (fiabilidad excelente) y una correlación general de 0.714, lo que evidencia una relación positiva media entre

innovación tecnológica y mejora de los aspectos técnicos de las edificaciones. Como conclusión, se determinó que la innovación tecnológica presenta un impacto significativo en la mejora de los procesos constructivos en vivienda multifamiliar, por lo que se recomienda su integración sistemática en el sector para elevar la calidad, eficiencia y competitividad de las obras.

En la tesis titulada “Análisis comparativo del año 2017 y 2025 del impacto del concepto fábrica en la industria de la construcción de viviendas multifamiliares del proyecto Villanova Lima-Callao mediante la aplicación de las 5S + 3 (8S)”, desarrollada por Guevara Cerda (2025) en la Universidad San Ignacio de Loyola, se tuvo como objetivo analizar la influencia de la implementación del concepto fábrica basado en la metodología 5S+3 (8S) para mejorar la productividad y organización en proyectos de construcción de vivienda multifamiliar, comparando resultados del 2017 con proyecciones del 2025 en el proyecto Villanova Lima-Callao. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo, diseño no experimental y analítico-comparativo, empleando instrumentos de observación y evaluación del desempeño organizacional en obra. Los resultados mostraron que la estandarización de procesos, el orden de recursos y la mejora continua permiten reducir tiempos improductivos, elevar la calidad y disminuir costos asociados a retrabajos. Como conclusión, la investigación sostiene que la aplicación disciplinada de metodologías de gestión industrial, como las 5S+3, impacta positivamente en la eficiencia operativa del sector construcción peruano y representa una estrategia viable para la modernización y mejora de la productividad en edificaciones de concreto armado.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Procedimientos constructivos de Concreto Armado**

El desarrollo del concreto armado se consolidó a mediados del siglo XIX, cuando Joseph-Louis Lambot fabricó en 1848 el primer prototipo de embarcación con una estructura compuesta por concreto reforzado con barras metálicas, patentándolo posteriormente en 1855, sentando así las bases de esta tecnología constructiva (Lambot, 1855, como se citó en Addis, 2001). Años más tarde, Joseph Monier registró en 1867 diversas patentes para la utilización de armazones metálicos embebidos en concreto aplicados inicialmente a elementos arquitectónicos menores, como jardineras y depósitos de agua, evolucionando luego hacia componentes estructurales (Monier, 1867, como se citó en Addis, 2001). Sin embargo, fue François Hennebique quien en 1892 desarrolló y difundió un sistema constructivo completo de concreto armado que

integraba vigas, columnas y losas en un conjunto monolítico, permitiendo su rápida adopción en Europa y posteriormente en el mundo (Hennebique, 1892, como se citó en Reinforced Concrete, s. f.). Este avance tecnológico se convirtió en el punto de partida para la ingeniería estructural moderna, favoreciendo la construcción de edificaciones de mayor altura y complejidad, así como infraestructuras más seguras, durables y eficientes.

En el Perú, de acuerdo con la Norma Técnica de Edificación NTE E.060, se entiende por estructura de concreto armado aquella en la que el concreto y el acero de refuerzo trabajan solidariamente para resistir las solicitaciones del diseño estructural, cumpliendo con los requisitos mínimos de análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección establecidos para estructuras de concreto armado, preesforzado o simple.

Según la Norma Técnica de Edificación NTE E.060 Concreto Armado, la ejecución de estructuras de concreto armado debe cumplir estrictamente con los planos, detalles, especificaciones del proyecto y con los requisitos normativos establecidos para garantizar la calidad y seguridad estructural de las edificaciones. En el apartado 1.2 *Proyecto, ejecución e inspección de la obra*, se establece que todo el proceso constructivo debe ser desarrollado por personal profesional y técnico calificado (NTE E.060, 1.2.1.1), y que los cálculos y planos deben ser aprobados y firmados únicamente por un Ingeniero Civil Colegiado, quien será responsable de las modificaciones y de su correcta aplicación en obra (NTE E.060, 1.2.1.2). Asimismo, la construcción deberá ser dirigida por un ingeniero residente designado por el constructor, garantizando el cumplimiento del diseño estructural (NTE E.060, 1.2.3.1). La normativa además exige la supervisión constante de la obra y el registro obligatorio de las ocurrencias técnicas en el Cuaderno de Obra, donde se debe documentar la calidad de los materiales, la colocación del refuerzo, el encofrado, el vaciado, vibrado y curado del concreto, así como el avance de los trabajos (NTE E.060, 1.2.4.4).

De acuerdo con la NTE E.060, la ejecución de estructuras de concreto armado debe realizarse estrictamente conforme a los planos estructurales, especificaciones técnicas y disposiciones normativas, bajo la responsabilidad de profesionales calificados y con supervisión técnica permanente. El procedimiento constructivo tradicional se desarrolla a través de las siguientes etapas fundamentales:

- En primer lugar, se realiza la preparación y verificación del encofrado, el cual debe garantizar la geometría, alineación, verticalidad y rigidez necesarias para soportar las cargas del concreto fresco sin deformaciones excesivas. El encofrado debe

encontrarse limpio, correctamente apuntalado y con las superficies en contacto con el concreto adecuadamente tratadas para facilitar el desencofrado.

- Posteriormente, se ejecuta el armado y colocación del acero de refuerzo, el cual debe cumplir con los diámetros, separaciones, longitudes de anclaje y recubrimientos especificados en los planos estructurales. La norma exige que el refuerzo se encuentre libre de óxido, grasa u otros contaminantes que puedan afectar la adherencia con el concreto, y que se asegure su correcta posición mediante separadores y amarres adecuados.
- La siguiente etapa corresponde a la colocación del concreto, el cual puede ser preparado en obra o suministrado como concreto premezclado, siempre que cumpla con la resistencia especificada en el diseño estructural. Durante el vaciado, la NTE E.060 establece que el concreto debe colocarse de manera continua, evitando segregación y juntas frías no previstas, asegurando una distribución uniforme dentro del elemento estructural.
- Inmediatamente después del vaciado, se debe realizar el vibrado y compactación del concreto, utilizando equipos adecuados que permitan eliminar vacíos, garantizar la adecuada adherencia con el acero de refuerzo y lograr una masa homogénea. La norma enfatiza que un vibrado deficiente puede comprometer la resistencia y durabilidad de la estructura, por lo que esta etapa resulta crítica dentro del procedimiento constructivo.
- Finalmente, el procedimiento constructivo concluye con el curado del concreto, cuya finalidad es mantener condiciones adecuadas de humedad y temperatura que permitan el correcto desarrollo de la resistencia mecánica. La NTE E.060 señala que el curado debe iniciarse inmediatamente después del fraguado y mantenerse durante el tiempo mínimo establecido, mediante métodos como riego continuo, mantas húmedas o el uso de agentes de curado.
- Durante todas las etapas del procedimiento constructivo, la norma exige la aplicación de controles de calidad, tales como ensayos de asentamiento, muestreo y ensayo de probetas de concreto, así como la supervisión permanente del proceso constructivo y el registro de las actividades en el Cuaderno de Obra.

En Chile, la ejecución de estructuras de hormigón armado se rige principalmente por la Norma Chilena NCh 430.Of2008 (Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo), complementada por la NCh 170 (Hormigón – Requisitos generales), así como por manuales técnicos y especificaciones emitidas por organismos del sector construcción.

De acuerdo con la normativa chilena, el procedimiento constructivo del hormigón armado comprende un conjunto de actividades secuenciales, ejecutadas bajo estricta supervisión técnica, orientadas a asegurar la correcta colocación, compactación y curado del hormigón, así como la adecuada disposición del acero de refuerzo conforme al diseño estructural aprobado.

- La primera etapa corresponde a la preparación del encofrado, el cual debe ser diseñado y ejecutado de manera que garantice la geometría, estabilidad y estanqueidad del elemento estructural. La normativa exige que el encofrado soporte sin deformaciones las cargas del hormigón fresco y del proceso constructivo, asegurando la correcta alineación, nivelación y recubrimientos especificados. Asimismo, se promueve el uso de sistemas de encofrado industrializados, especialmente en obras de mayor envergadura, por su mayor precisión y eficiencia.
- Posteriormente, se realiza el armado y colocación del acero de refuerzo, el cual debe cumplir estrictamente con los diámetros, separaciones, recubrimientos y anclajes establecidos en los planos estructurales. La normativa chilena enfatiza que el refuerzo debe colocarse de forma estable y segura, evitando desplazamientos durante el hormigonado, y garantizando una adecuada adherencia con el hormigón.
- La siguiente fase es la colocación del hormigón, el cual, conforme a la NCh 170, debe cumplir con requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y control de calidad. En la práctica constructiva chilena, la normativa y las especificaciones técnicas priorizan el uso de hormigón premezclado certificado, lo que permite un mayor control de la dosificación, homogeneidad y trazabilidad del material. El hormigón debe colocarse de manera continua, evitando segregación y juntas frías no previstas en el diseño.
- Durante el proceso de colocación, se ejecuta el vibrado y compactación del hormigón, utilizando equipos mecánicos adecuados que aseguren la eliminación de vacíos y una correcta adherencia entre el hormigón y el acero de refuerzo. La normativa establece que el vibrado debe ser suficiente y uniforme, evitando tanto la falta de compactación como el sobre vibrado que pueda generar segregación del material.
- Finalmente, el procedimiento constructivo contempla el curado del hormigón, etapa fundamental para garantizar el desarrollo adecuado de la resistencia mecánica y la durabilidad de la estructura. La normativa chilena exige que el curado se realice mediante métodos que aseguren condiciones controladas de

humedad y temperatura, pudiendo emplearse riego continuo, mantas húmedas, membranas de curado o sistemas más tecnificados, según lo establecido en las especificaciones del proyecto.

De manera transversal a todas las etapas del procedimiento constructivo, la normativa chilena establece la obligatoriedad de un sistema de control y aseguramiento de la calidad, que incluye ensayos de control del hormigón, registros documentales, supervisión permanente por parte de la Inspección Técnica de Obra (ITO) y el uso del Libro de Obra como instrumento oficial de trazabilidad técnica. Estos mecanismos permiten verificar que la ejecución se realice conforme a los estándares normativos y al diseño estructural aprobado.

### **2.2.2 Nivel de eficiencia tecnológica en procesos constructivos**

El nivel de eficiencia tecnológica en el proceso constructivo se define como el grado de aprovechamiento de tecnologías, herramientas y métodos innovadores que permiten optimizar la ejecución de estructuras de concreto armado, incrementando la productividad, la calidad y la sostenibilidad en obra (Sydle, 2024; Arbenia, 2024). Esta eficiencia se evidencia en la capacidad del proyecto de responder a mayores exigencias constructivas reduciendo la variabilidad asociada a los sistemas tradicionales.

Desde el enfoque productivo, la eficiencia tecnológica se relaciona directamente con la mejora de los rendimientos de mano de obra, la reducción de tiempos de ejecución y el control de costos asociados a las partidas estructurales (Finalcad, 2022; Guevara Cerda, 2025). La mayor precisión en planificación y secuencias constructivas contribuye también a disminuir los plazos del proyecto sin afectar la seguridad estructural.

Asimismo, la aplicación de tecnologías durante la construcción estructural mejora la calidad y durabilidad del concreto armado al minimizar fallas en el armado del refuerzo, garantizar una adecuada compactación del hormigón y facilitar el control del curado mediante procedimientos automatizados o monitoreados (Polpaico Conexión, s. f.; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016; Instituto Nacional de Normalización, 2008).

En términos de sostenibilidad, la eficiencia tecnológica se refleja en la reducción de desperdicios de materiales, la disminución de retrabajos y el aprovechamiento más

racional de los recursos, factores esenciales para un sector construcción más competitivo y ambientalmente responsable (García-Alvarado et al., 2020).

El nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos se puede establecer en función de cinco dimensiones analíticas adaptadas del marco teórico de la tesis y de las referencias técnicas (Arbentia, 2024; Finalcad, 2022; CTEC, 2024; Polpaico Conexión, s. f.; NTE E.060; NCh 430.Of2008), Véase tabla 1.

**Tabla 1**

*Criterios de evaluación del nivel de eficiencia tecnológica*

<b>Dimensión evaluada</b>	<b>Criterios técnicos de valoración</b>	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel medio</b>	<b>Nivel bajo</b>
1. Integración tecnológica	Uso de herramientas digitales (BIM, Revit, Navisworks, MS Project, trazabilidad digital).	Implementación integral de plataformas y control digital de obra. Predomina el uso de equipos de alta eficiencia	Uso parcial o dependiente de registros manuales.	Ausencia de herramientas tecnológicas; procesos manuales.
2. Mecanización y automatización	Grado de empleo de maquinaria, equipos eléctricos y sistemas automatizados.	(vibradores eléctricos, curado térmico, prefabricación).	Combinación entre procesos mecanizados y manuales.	Procesos manuales predominantes.
3. Control de calidad estructural	Sistema de ensayos, monitoreo y verificación en tiempo real.	Control digital y laboratorio automatizado; trazabilidad total.	Ensayos manuales o tercerizados con supervisión física.	Control limitado o sin protocolos normalizados.
4. Productividad operativa	Rendimiento en tiempos, costos y reducción de retrabajos.	Cumplimiento de plazos mediante planificación digital y uso de materiales industrializados.	Cumplimiento parcial con dependencia de supervisión manual.	Demoras, retrabajos y baja coordinación técnica.
5. Gestión documental y normativa	Uso de normas, PAC digital y trazabilidad de registros técnicos.	Implementación de PAC digital y Libro de Obra electrónico.	PAC documental físico con registros parciales.	Ausencia de trazabilidad técnica y registros manuales dispersos.

*Nota:* Elaboración propia a partir de Arbentia (2024), Finalcad (2022), CTEC (2024) y Polpaico Conexión (s. f.).

PAC, significa Plan de Aseguramiento de la Calidad

### 2.2.3 Tecnologías aplicadas en la ejecución estructural de concreto armado

En las últimas décadas, la ejecución de estructuras de concreto armado ha incorporado progresivamente nuevas tecnologías orientadas a mejorar el desempeño constructivo

en términos de calidad, productividad y sostenibilidad. Finalcad (2022) señala que herramientas como drones, sensores IoT, sistemas automatizados y robótica colaborativa (figura 1) han permitido optimizar actividades críticas como inspección de armaduras, monitoreo del concreto fresco y verificación de seguridad en obra, logrando una reducción significativa de errores y retrabajos. Asimismo, la transformación digital impulsada por el uso de BIM (Building Information Modeling) facilita la coordinación geométrica y de especificaciones en elementos estructurales, integrando programación 4D y control de costos 5D para una gestión precisa del avance físico (Arbentia, 2024).

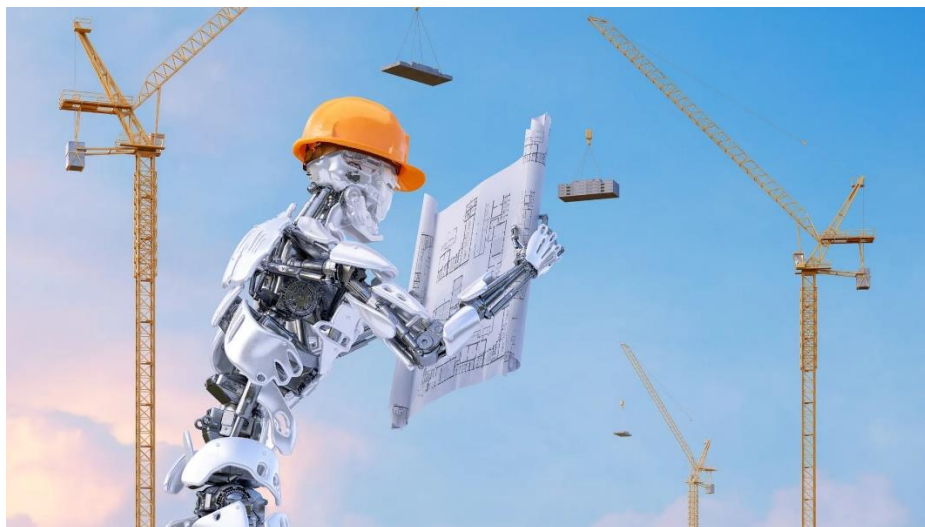
Complementariamente, la metodología VDC (Virtual Design & Construction) permite prever interferencias, planificar secuencias constructivas de losas, columnas y vigas, y simular el desempeño real de la estructura antes de su ejecución, generando una mejora directa en la eficiencia tecnológica de obra (Viñales Trincado, 2022). Por otro lado, la industrialización de procesos estructurales como prefabricación de elementos 1D y 2D, uso de encofrados metálicos modulares y tecnologías de hormigón premezclado constituye una estrategia de modernización del sector, garantizando mayor precisión dimensional, menor desperdicio y tiempos de construcción más controlados (CTEC, 2024).

Asimismo, la automatización mediante robótica representa un cambio disruptivo en la gestión de procesos constructivos, debido a que incrementa la precisión en actividades repetitivas, reduce los tiempos de obra y disminuye la exposición del personal a condiciones de riesgo. En este sentido, “la robótica en la construcción está llamada a transformar de forma definitiva la industria, impulsando la automatización de tareas críticas y aumentando la productividad y seguridad en obra” (Cemex Ventures, 2024, párr. 3).

En cuanto al control de calidad estructural, el uso de sensores embebidos para evaluar la resistencia del concreto, equipos de vibrado eléctricos de alta frecuencia y sistemas automatizados de curado contribuyen a asegurar un adecuado desempeño mecánico y durabilidad de los elementos estructurales (Polpaico Conexión, s. f.). Algunas tecnologías emergentes como la impresión 3D de hormigón también se proyectan como una alternativa innovadora para la construcción de componentes estructurales con menor tiempo y recursos materiales (García-Alvarado et al., 2020).

## Figura 1

### *Robots albañiles*



*Nota.* Del sitio web <https://es.wired.com/articulos/pueden-los-robots-construir-sin-necesidad-de-un-plan-maestro-si-y-ya-trabajan-en-las-reglas-para-lograrlo>

### **2.2.4 Industrialización en construcción: CI y MMC**

La industrialización de la construcción es un enfoque que promueve la producción sistematizada y estandarizada de elementos estructurales mediante procesos controlados y tecnológicos, con el objetivo de incrementar la productividad y garantizar calidad constante en obra. Este enfoque se fundamenta en el concepto de Construcción Industrializada (CI), que impulsa la transición desde un modelo artesanal y tradicional hacia uno basado en fabricación y montaje, similar al sector manufacturero (CTEC, 2024). Dentro de la CI se desarrollan los Métodos Modernos de Construcción (MMC), que agrupan tecnologías aplicadas a la ejecución estructural como la prefabricación de componentes 1D (vigas, columnas), paneles 2D (muros y losas) y módulos volumétricos 3D, así como el uso de sistemas mecanizados para encofrados y elevación de estructuras.

Estas técnicas permiten reducir tiempos de ejecución, optimizar recursos y disminuir la dependencia de mano de obra intensiva, lo que a su vez proporciona un mayor control sobre la calidad de los elementos estructurales y minimiza los retrabajos y la generación de residuos (Vilca Sivirichi, 2024; Guevara Cerda, 2025). En estructuras de concreto armado, la industrialización se aplica tanto en la producción de elementos prefabricados como en el uso de hormigón premezclado, sistemas de encofrado

industrializado, y herramientas automatizadas que aseguran una mejor compactación y curado del concreto (Polpaico Conexión, s. f.).

En el contexto latinoamericano, Chile se posiciona como referente en el avance y regulación de los MMC gracias a una articulación institucional entre la Cámara Chilena de la Construcción, CTEC y agentes estatales, quienes han promovido su adopción para mejorar la eficiencia en proyectos públicos y privados (CTEC, 2024). Por el contrario, en el Perú la industrialización aún presenta un desarrollo limitado, predominando técnicas tradicionales altamente dependientes de la mano de obra en obras estructurales de concreto, lo que impacta de manera negativa en la productividad y en el control técnico durante la ejecución (Cárdenas Alarcón, 2021). Esta diferencia entre ambos países constituye un indicador clave del nivel de eficiencia tecnológica evaluado en la presente investigación.

### **2.2.5 Lean Construction y gestión de obra**

Lean Construction es una filosofía de gestión orientada a maximizar el valor del proyecto mediante la reducción de pérdidas y la mejora continua de los procesos constructivos. Se fundamenta en principios de manufactura esbelta adaptados al entorno de obra, con el objetivo de optimizar tiempos, minimizar desperdicios y asegurar un flujo de trabajo más eficiente durante la ejecución estructural (Finalcad, 2022). Dentro de esta filosofía se aplican herramientas como el Last Planner System (LPS), que mejora la planificación y el cumplimiento de actividades, y la metodología 5S + 3 (8S) utilizada para garantizar orden, limpieza, estandarización, disciplina y seguridad en obra, lo que incide directamente en la calidad del concreto armado y la productividad de cuadrillas (Guevara Cerda, 2025).

En obras de concreto armado, Lean Construction mejora la eficiencia tecnológica al permitir una utilización más racional del equipo, una mejor organización del proceso de armado, encofrado y vaciado, y una disminución significativa de los tiempos muertos y retrabajos. Además, el uso combinado de Lean con herramientas digitales como BIM y sistemas de trazabilidad potencia la coordinación y control de los procedimientos estructurales en tiempo real, generando indicadores de desempeño más precisos para la gestión de la productividad en obra (Arbentia, 2024; Viñales Trincado, 2022), véase la figura 2.

**Figura 2**

*Los 3 ejes a considerar para la implementación de Lean*



*Nota.* Del sitio web <https://lcimexico.org/articulos/lean-construction/>.

## 2.3. Definición de términos

### 2.3.1. Nivel de eficiencia tecnológica

El nivel de eficiencia tecnológica en procesos constructivos se entiende como el grado en que las herramientas, técnicas y sistemas tecnológicos son aplicados para optimizar la ejecución de edificaciones, incrementando productividad, calidad del producto y sostenibilidad en obra (Arbentia, 2024; Sydle, 2024).

### 2.3.2. Procedimientos constructivos en edificaciones

Los procedimientos constructivos son el conjunto secuenciado de técnicas, métodos y actividades que permiten la materialización de una obra civil, desde la preparación del terreno, encofrado, armado del acero de refuerzo, colocación y compactación del concreto, hasta el curado, montaje de elementos prefabricados y control final de calidad. Cuando estos procesos se encuentran correctamente definidos y tecnológicamente optimizados, es posible lograr estructuras seguras, de mayor durabilidad y con superior desempeño productivo (Suárez & Martínez, 2021).

### 2.3.3. Estructuras de Concreto Armado

Una estructura de concreto armado es aquella construida mediante la combinación de concreto y acero de refuerzo, materiales que trabajan en conjunto para resistir los

esfuerzos generados por cargas y deformaciones estructurales. Este sistema permite la concepción de edificaciones y obras civiles con altos niveles de resistencia, estabilidad y durabilidad, constituyéndose en uno de los sistemas estructurales más utilizados en el mundo (NTE E.060, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

#### **2.3.4. Método Moderno de Construcción (MMC)**

Es un enfoque sistemático para la realización de obras que implica la utilización de procesos prefabricados, industrialización de elementos, ensamblaje rápido en obra y la integración de tecnologías digitales para optimizar los flujos de trabajo, reducir dependencia de mano de obra tradicional, minimizar errores, mejorar calidad y acelerar los plazos de entrega (CTEC, 2024).

#### **2.3.5 Industrialización de la construcción**

La industrialización de la construcción consiste en trasladar la mayor parte posible del trabajo desde el sitio de obra hacia ambientes controlados de producción, mediante procesos mecanizados, estandarización de componentes y montaje en sitio, lo que permite mejorar significativamente la productividad y el control de calidad del proceso estructural (CTEC, 2024).

#### **2.3.6 Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC)**

Documento que define los procedimientos, controles y registros necesarios para garantizar la calidad técnica de los materiales, procesos y resultados de obra. Puede gestionarse en formato digital para trazabilidad. (CTEC, 2024).

#### **2.3.7 Building Information Modeling (BIM)**

Metodología digital colaborativa que integra diseño, planificación, costos y ejecución de una obra en un modelo tridimensional con información asociada (3D, 4D, 5D). (CChC, 2023).

#### **2.3.8 Quality Assurance – Aseguramiento de la Calidad (QA)**

Conjunto de actividades sistemáticas destinadas a garantizar que un proceso cumpla con los estándares de calidad establecidos. Es parte del PAC digital. (CTEC, 2024)

### **2.3.9 Design for Manufacture and Assembly – Diseño para Manufactura y Ensamblaje (DfMA)**

Enfoque que optimiza el diseño de los elementos constructivos para facilitar su prefabricación e instalación eficiente en obra. (CTEC, 2024).

### **2.3.10 Key Performance Indicators – Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)**

Métricas que permiten medir la eficiencia y productividad de la obra (por ejemplo, avance real vs. programado, rendimiento del concreto, cumplimiento del PAC). (CChC, 2023)

### **2.3.11 CCI / CChC / CTEC**

Consejo de Construcción Industrializada, Cámara Chilena de la Construcción y Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción, respectivamente, instituciones que promueven la adopción de métodos modernos de construcción (MMC) y la eficiencia tecnológica en el sector. (CChC, 2023; CTEC, 2024)

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Diseño de la investigación

La presente investigación es básica, de nivel descriptivo–comparativo, con un diseño no experimental y de corte transversal, ya que se evaluará y comparará el nivel de eficiencia tecnológica aplicado en partidas estructurales de 02 edificaciones de concreto armado en Perú y Chile durante el año 2025, sin manipular variables y recolectando la información en un único momento temporal.

### 3.2. Acciones y actividades

Para el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo diversas acciones metodológicas orientadas a la recolección, organización y análisis comparativo de información técnica, con el propósito de evaluar el nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos de concreto armado en Perú y Chile.

Las principales actividades realizadas fueron las siguientes:

- a. Revisión documental de normas técnicas, manuales constructivos, especificaciones de obra, planos estructurales y bibliografía especializada relacionada con los sistemas constructivos y la eficiencia tecnológica en edificaciones de concreto armado.
- b. Selección intencionada de dos expedientes técnicos representativos, uno en Perú y otro en Chile, correspondientes a edificaciones públicas con documentación técnica completa y verificable, consideradas como unidades de análisis comparativo.
- c. Identificación de las partidas estructurales más relevantes del proceso constructivo, tales como cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros de concreto armado, tomando en cuenta los criterios normativos y técnicos de cada país.
- d. Recolección de información técnica y gráfica, a partir del análisis de documentos, registros fotográficos y material audiovisual disponible, complementado con la revisión de especificaciones y memorias descriptivas oficiales.
- e. Clasificación y sistematización de la información en función de las dimensiones e indicadores de eficiencia tecnológica definidos en el marco teórico: mecanización, automatización, control de calidad estructural, sostenibilidad y gestión digital.

- f. Análisis descriptivo y comparativo de los procedimientos constructivos identificados, orientado a determinar similitudes, diferencias y niveles de eficiencia tecnológica en las obras seleccionadas de Perú y Chile.
- g. Elaboración de cuadros, tablas y matrices comparativas que permitieron representar los resultados obtenidos, destacando los niveles relativos de eficiencia tecnológica alcanzados en cada contexto nacional.
- h. Interpretación y formulación de conclusiones destinadas a identificar brechas tecnológicas, factores limitantes y posibles lineamientos de mejora aplicables al proceso constructivo estructural peruano.

### **3.3. Materiales e instrumentos**

Para la recolección y análisis de información en la presente investigación se emplearon materiales e instrumentos técnicos que permitieron evaluar de manera objetiva y documentada el nivel de eficiencia tecnológica aplicado en los procedimientos constructivos de las partidas estructurales seleccionadas. Los materiales e instrumentos utilizados fueron los siguientes:

#### **a. Materiales documentales**

- Planos estructurales de las edificaciones analizadas, que permitieron identificar la configuración de los elementos estructurales y las características técnicas del sistema resistente.
- Especificaciones técnicas y memorias descriptivas de los proyectos, utilizadas para conocer los métodos constructivos, secuencia de ejecución y criterios de control de calidad aplicados.
- Normativa técnica vigente, incluyendo el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para el caso peruano y las Normas Chilenas (NCh) junto con manuales técnicos de construcción estructural para el caso chileno.
- Publicaciones académicas y estudios técnicos recientes relacionados con la eficiencia tecnológica y la innovación en los procesos constructivos de concreto armado.

#### **b. Instrumentos de recolección de información**

- Ficha de observación estructurada, utilizada para evaluar los procedimientos constructivos en cada partida estructural según criterios técnicos y normativos.
- Matriz de análisis documental, destinada a registrar y clasificar los aspectos normativos, técnicos y tecnológicos identificados en cada proyecto.

- Checklist de cumplimiento de indicadores de eficiencia tecnológica, que permitió verificar la aplicación de prácticas de mecanización, automatización, control de calidad y gestión digital en las obras

**c. Herramientas de apoyo tecnológico**

- Software de procesamiento de datos (Microsoft Excel), para la organización y tabulación de los resultados obtenidos.
- Procesador de texto y sistema de gestión de referencias (Microsoft Word y estilo APA), empleados en la redacción y normalización de las citas bibliográficas.
- Herramientas digitales de visualización de planos y documentación técnica (AutoCAD y visor PDF), utilizadas para la interpretación de los elementos estructurales y la verificación de detalles constructivos.

**3.4. Población y muestra de estudio**

La población del presente estudio está constituida por el conjunto de expedientes técnicos de edificaciones de concreto armado ejecutadas en Perú y Chile que incluyen partidas estructurales tales como cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros, y que cuentan con documentación técnica verificable (planos, memorias descriptivas, especificaciones y registros fotográficos) que permita su evaluación comparativa.

La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad, representatividad y disponibilidad de información técnica actualizada. Esta selección comprende dos unidades de análisis correspondientes a edificaciones públicas representativas de cada país:

En Chile:

Edificación pública del proyecto: “Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera – Comuna de Coihueco”.

En Perú:

Edificación educativa del proyecto: “Mejoramiento del Servicio Educativo del Nivel Primario y Secundario de la I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez – Distrito de Tacna”.

La elección de estos proyectos responde a su relevancia constructiva, carácter institucional y valor documental, al contar con expedientes técnicos completos, normas aplicadas y evidencia del proceso constructivo.

Esta delimitación garantiza la obtención de información suficiente, verificable y comparable para el análisis técnico-descriptivo y la interpretación del nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos estructurales aplicados en ambos contextos nacionales.

### 3.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables constituye una etapa esencial del presente estudio, ya que permite traducir los conceptos teóricos de la investigación en dimensiones, indicadores y escalas observables y medibles. En este caso, se definen dos variables principales: los procedimientos constructivos como variable independiente y el nivel de eficiencia tecnológica como variable dependiente. A continuación, en la tabla 2, se muestra la operacionalización de variables por cada una de ellas (véase también el anexo1):

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables de investigación*

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas
<b>Nivel de eficiencia tecnológica</b>	Grado en que herramientas, técnicas y sistemas tecnológicos se aplican para mejorar productividad, calidad y sostenibilidad en obra (Arbentia, 2024; Sydle, 2024).	Se medirá evaluando el nivel de aplicación tecnológica en partidas estructurales mediante fichas de observación, análisis documental y checklist comparativo en cada obra.	1. Integración Digital 2. Mecanización y automatización 3. Productividad y control de calidad 4. Gestión Documental y Trazabilidad	- Uso de herramientas BIM y software de control (Revit, MS Project, PAC digital) - Empleo de maquinaria y equipos eléctricos o automatizados - Cumplimiento de ensayos de control (slump, resistencia, densidad). - Registro y trazabilidad digital de la información técnica.	Escala Ordinal: Alta eficiencia tecnológica/ Media eficiencia tecnológica/baja eficiencia tecnológica

Tabla 2 (continuación)

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas
<b>Procedimientos constructivos</b>	Conjunto de actividades secuenciales para ejecutar estructuras de concreto armado: encofrado, armado, vaciado, vibrado y curado (Suárez & Martínez, 2021; MVCS, 2016).	Se medirán según cumplimiento técnico de procesos estructurales en cada partida constructiva, verificando si se aplican métodos tradicionales o tecnologías modernas.	1. Movimiento de tierras	- Nivel de mecanización del proceso.	Escala nominal: Procedimiento tradicional / Procedimiento moderno
			2. Cimentaciones	- Tipo de material (premezclado / in situ).	
			3. Columnas y muros	- Uso de encofrados modulares o tradicionales.	
			4. Vigas y losas	- Tipo de control de calidad (manual / automatizado).	
			5. Escaleras y elementos complementarios	- Tipo de curado (manual / térmico / con agentes sellantes).	

### 3.6. Procesamiento y análisis de datos

La información recolectada fue procesada y analizada mediante un enfoque cualitativo, orientado a describir y comparar el nivel de eficiencia tecnológica aplicado en los procedimientos constructivos observados en las partidas estructurales de las edificaciones seleccionadas en Perú y Chile. Para ello, los datos obtenidos a través del análisis documental y las fichas de observación fueron codificados y categorizados según las dimensiones establecidas en la operacionalización de la variable: productividad, calidad estructural, mecanización–automatización, digitalización y cumplimiento normativo.

Posteriormente, se realizó un análisis comparativo por categorías, identificando similitudes, diferencias y brechas tecnológicas entre los procedimientos constructivos evaluados en cada país. Los hallazgos fueron organizados en matrices cualitativas y cuadros comparativos, permitiendo interpretar sistemáticamente el nivel de eficiencia tecnológica aplicado a cada partida estructural.

Para asegurar validez y confiabilidad en los resultados, se aplicó una triangulación documental, utilizando diversas fuentes técnicas tales como planos, especificaciones, normativa aplicable, registros audiovisuales y manuales constructivos, lo que permitió

obtener conclusiones fundamentadas y coherentes con el propósito comparativo del estudio.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la investigación, derivados del análisis cualitativo aplicado a los procedimientos constructivos empleados en las partidas estructurales de dos edificaciones de concreto armado: una ubicada en Perú y otra en Chile. La información fue recolectada mediante revisión documental y fichas de observación estructurada, permitiendo identificar el nivel de eficiencia tecnológica aplicado en la ejecución de cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros estructurales en cada obra.

El desarrollo del presente capítulo permitirá contrastar los hallazgos con los objetivos de la investigación, así como fundamentar la discusión y conclusiones respecto a la eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos de concreto armado en el contexto peruano y chileno.

### **4.1. Presentación de los proyectos analizados**

#### **4.1.1 Obra 1: Caso Chileno**

La obra seleccionada en el contexto chileno corresponde al Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera, ubicado en Calle 18 de septiembre N.º 1288, comuna de Coihueco, perteneciente al Servicio de Salud Ñuble. El proyecto arquitectónico fue desarrollado por el arquitecto Horacio Beluzán Rodríguez, contando con una superficie proyectada de 1 492,92 m<sup>2</sup> destinados a brindar servicios especializados en salud mental para la comunidad (figura 3).

El edificio está diseñado principalmente con un sistema estructural de hormigón armado, y su construcción incluye partidas esenciales como fundaciones, radier, muros, pilares, vigas y losas de distintos espesores, según los requerimientos funcionales del inmueble. Asimismo, integra elementos de aislación térmica y sistemas de revestimiento en cumplimiento del estándar constructivo sanitario aplicable en Chile (figura 4).

El conjunto se complementa con áreas exteriores, estacionamiento cubierto para ambulancias, instalaciones eléctricas, sanitarias y de climatización, además de señalética y mobiliario asistencial, configurando una infraestructura moderna orientada a la atención ambulatoria y psicosocial de la población usuaria.

**Figura 3**

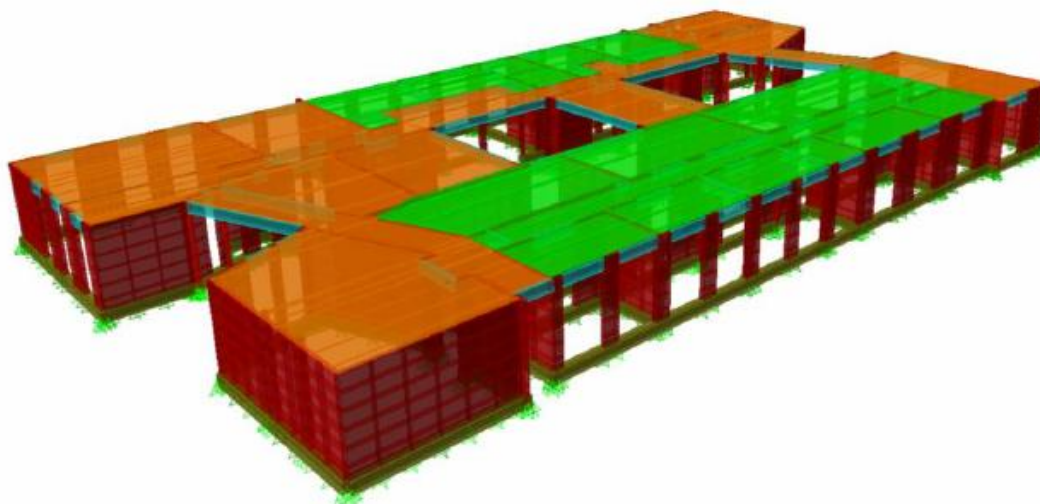
*Ubicación de la Obra 1*



*Nota.* Información extraída del expediente técnico

**Figura 4**

*Vista Isométrica de la Obra 1*



*Nota.* Información extraída del expediente técnico

El costo estimado del **Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera** asciende a aproximadamente **CLP 4.227.649.000** ( $\approx$  USD 4.7 millones), según los datos publicados en la ficha de licitación del proyecto (Todolicitaciones.cl, 2025).

#### 4.1.2 Obra 2: Caso peruano

La obra seleccionada en el contexto peruano corresponde al proyecto “Mejoramiento del Servicio Educativo del Nivel Primaria y Secundaria en la I.E. 42241 Hermógenes Arenas Yáñez”, ubicado en la Av. 200 Millas s/n, distrito de Tacna, provincia y departamento de Tacna, con CUI 2506417. Este proyecto es ejecutado por el Gobierno Regional de Tacna, a través de la Gerencia Regional de Infraestructura – Subgerencia de Estudios (figura 4).

El proyecto considera una superficie de intervención aproximada de 6 922,34 m<sup>2</sup>, donde se demolerán estructuras existentes en mal estado y se construirán nuevos pabellones para nivel primaria, secundaria, laboratorios, ambientes administrativos y deportivos, además de la implementación de mobiliario y equipamiento educativo.

#### Figura 4

*Ubicación de la Obra 2*



*Nota.* Información extraída del expediente técnico

La infraestructura estructural estará conformada por elementos portantes en concreto armado y albañilería confinada, incluyendo cimentaciones, columnas, vigas, losas aligeradas y muros estructurales, respetando el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El proyecto también incorpora obras exteriores: cerco perimétrico, graderías, áreas deportivas techadas, accesos vehiculares y peatonales, y sistemas de evacuación accesibles (modelo JEC). Todo ello responde al cumplimiento de los estándares educativos del Ministerio de Educación del Perú.

Respecto al costo del proyecto, la Memoria de Actualización de Costos y Presupuestos establece que el costo total de inversión de la obra asciende a S/ 45'255,314.86 (cuarenta y cinco millones doscientos cincuenta y cinco mil trescientos catorce con 86/100 soles), monto que incluye infraestructura educativa, mobiliario, equipamiento, supervisión, gastos de gestión y control concurrente. Asimismo, en el cuadro de presupuesto se reporta que dentro de dicho monto, el componente de infraestructura representa la mayor proporción del gasto total, debido a la ejecución de estructuras de concreto armado y demás sistemas constructivos contemplados en el expediente técnico.

## **4.2 Evaluación de procedimientos constructivos en la obra de Chile**

En cumplimiento del Objetivo Específico 1, se identificaron y describieron los procedimientos constructivos aplicados en las partidas estructurales de cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros de la edificación analizada en Chile, a partir del análisis del expediente técnico, las especificaciones técnicas y la normativa vigente aplicable. Esta identificación permitió caracterizar el proceso constructivo estructural empleado en el contexto chileno y establecer la base técnica necesaria para la posterior evaluación y comparación del nivel de eficiencia tecnológica con la obra ejecutada en el Perú.

### **4.2.1 Requisitos técnicos y administrativos**

A continuación, se presentan los requisitos técnicos y administrativos establecidos en las especificaciones generales de la obra, los cuales constituyen la base para la gestión, control de calidad y ejecución de los procedimientos constructivos del proyecto en estudio.

#### **a. Inspección Técnica de Obra (ITO):**

La normativa del proyecto establece que toda la obra debe desarrollarse bajo supervisión permanente de una Inspección Técnica de Obra (ITO), la cual es responsable de verificar el cumplimiento del diseño, normativa chilena vigente y estándares de calidad. El ITO tiene la facultad de aprobar o rechazar la ejecución de partidas y exigir correcciones antes de avanzar.

#### **b. Construcciones provisionales de la Inspección Técnica de Obra**

Previo al inicio de la ejecución, la normativa chilena exige la instalación de construcciones provisionales para la Inspección Técnica de Obra (ITO), las cuales pueden ejecutarse mediante módulos prefabricados tipo contenedor marítimo, debidamente habilitados para albergar las funciones técnicas, administrativas y de control de calidad del proyecto. Estas instalaciones comprenden una oficina privada de 6,00 x 2,50 m, una oficina técnica o sala de reuniones de igual dimensión, y un servicio higiénico individual exclusivo para la ITO, garantizando condiciones de habitabilidad, higiene y confort adecuadas durante toda la obra.

El equipamiento mínimo exigido incluye computadores tipo “All in One” (dos unidades de 27”, procesador de séptima generación, 16 GB de RAM y disco sólido SSD), tres tablets de inspección de 11” y 8 GB de RAM, una impresora multifuncional con sistema de tinta continua, dos pantallas Smart TV de 50”, mobiliario administrativo completo (escritorios, sillas, mesa de reuniones, frigobar y microondas), además de sistema de climatización integral para invierno y verano. Asimismo, las oficinas deben contar con instalaciones eléctricas, agua potable, alcantarillado, red de internet y aislación térmica perimetral, empleando materiales como Aislanglass y tabiques de yeso cartón, con terminaciones interiores de pavimento vinílico y ventanas termo panel.

En el ámbito tecnológico, los equipos destinados a la oficina de la ITO deben contar con licencias oficiales de software, incluyendo Microsoft Office (para todos los equipos), Autodesk Revit 2023 (una licencia), Navisworks Manage (una licencia), AutoCAD 2023 (para todos los equipos) y Microsoft Project (una licencia). Esta disposición busca garantizar la interoperabilidad digital, la coordinación tridimensional del diseño (BIM), el control de programación y la trazabilidad de la información técnica en tiempo real.

Adicionalmente, se exige la habilitación de dos estacionamientos exclusivos para el personal de la ITO, con superficie estabilizada y drenaje de aguas pluviales, asegurando accesibilidad permanente y seguridad vial. Una vez culminada la obra, las

instalaciones deben ser entregadas al mandante en buen estado, lo que refuerza la responsabilidad del contratista en el mantenimiento y operación de dichas unidades.

**c. Control y aseguramiento de calidad – PAC**

El contratista está obligado a la implementación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC), que incorpora protocolos de revisión de materiales, procedimientos y resultados, además de registros documentales que permiten la trazabilidad de cada partida.

**d. Libro de obra y registros formales**

Es obligatorio el uso de Libro de Obra como instrumento oficial de planificación, control y comunicaciones técnicas entre contratista, ITO y mandante, donde se detallan instrucciones, avances, protocolos y aprobaciones.

**Pruebas de materiales**

Cada material estructural debe contar con certificación y ensayos previos a su puesta en obra. En el caso del hormigón, se exige ensayos de resistencia, control de vibrado y curado, además de protocolos de recepción de materiales.

**e. Profesional residente y equipo técnico**

El proyecto exige la presencia permanente de un profesional residente, quien asegura la correcta ejecución técnica del proyecto y la coordinación con el ITO, labor que incide directamente en la calidad del proceso constructivo.

**f. Leyes, ordenanzas y seguridad laboral**

El contratista debe acreditar cumplimiento con la normativa laboral y de seguridad vigente en Chile, garantizando condiciones de trabajo reguladas y uso de equipos de protección personal.

**g. Programación y administración de la obra**

El contratista debe presentar una programación detallada, actualizable y controlada, que permita la evaluación de tiempos de ejecución y coordinación de recursos.

#### **4.2.2 Especificaciones técnicas**

El área estructural de la obra Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera – Coihueco (Chile) comprende la ejecución de los elementos de hormigón armado que constituyen la base resistente de la edificación, conforme a los lineamientos establecidos por la Norma Chilena NCh 430.Of2008 y las Especificaciones Técnicas Generales del Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP).

Estas partidas incluyen el movimiento de tierras, la cimentación, sobrecimientos, pilares, vigas, losas, escaleras y elementos complementarios de hormigón armado, ejecutadas bajo estrictos criterios de control de calidad y cumplimiento normativo.

##### **a. Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras en la obra del Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera, Comuna de Coihueco, comprende las partidas de excavaciones, rellenos y compactación ejecutadas de acuerdo con los planos estructurales, las instrucciones de la Inspección Técnica de Obra (ITO) y las disposiciones de la norma NCh 349, relativa a las prescripciones de seguridad en excavaciones.

Las excavaciones se realizan con maquinaria pesada, disponiendo de caminos y rampas de acceso, con supervisión constante para evitar desmoronamientos o alteraciones del terreno adyacente. Se exige la instalación de estacas de referencia altimétrica (P.R.) antes del inicio de las faenas, siendo responsabilidad del contratista su conservación durante todo el proceso.

En las proximidades de toda excavación se implementan medidas de drenaje, y en caso de presencia de agua se utilizan motobombas y sistemas de desagüe, evitando la socavación del suelo o la pérdida de soporte de estructuras cercanas. Además, los bordes y paredes de las excavaciones son revisados periódicamente para detectar grietas o materiales sueltos, aplicando entibaciones cuando sea necesario.

Los rellenos se ejecutan con materiales exentos de materia orgánica y escombros, estabilizados de acuerdo con el informe de mecánica de suelos, bajo aprobación de la ITO. El material se compacta hasta alcanzar una densidad mínima del 95 % del Proctor Modificado (NCh 1534/2) o 80 % de la densidad relativa (NCh 1726), según corresponda. Las pruebas de compactación se realizan in situ, mediante ensayo del cono de arena o densímetro nuclear, con la presencia del profesional responsable.

Asimismo, en los casos de sobre-excavaciones bajo estructuras o tuberías, estas se rellenan con hormigón de 170 kg. De cemento por m<sup>3</sup> o 127.5 kg de cemento por m<sup>3</sup>, respectivamente, para restituir la cota de fundación y garantizar la capacidad portante. Todo el proceso se desarrolla bajo supervisión técnica, con registros en el Libro de Obra, asegurando trazabilidad y control de calidad

#### **b. Cimentaciones**

La cimentación está conformada por zapatas aisladas y corridas de hormigón armado, con resistencia característica mínima  $f'c = 25$  MPa, de acuerdo con los planos estructurales.

El hormigón debe prepararse con áridos limpios, cemento portland normal tipo I y una relación agua/cemento no mayor a 0,50.

El refuerzo se ejecuta con barras de acero A630-420H, dobladas y amarradas según el diseño estructural, garantizando recubrimientos mínimos de 5 cm.

El encofrado debe permitir la correcta colocación y vibrado del hormigón, asegurando uniformidad dimensional y alineación en planta y elevación.

#### **c. Sobrecimientos y elementos verticales**

Los sobrecimientos, muros y columnas se ejecutan con hormigón  $f'c = 25$  MPa, utilizando acero de refuerzo con propiedades de ductilidad verificadas según NCh 204.Of2006.

El procedimiento constructivo contempla el uso de encofrados metálicos modulares reutilizables, vibrado interno mediante equipos eléctricos de alta frecuencia y curado húmedo continuo por un mínimo de siete días.

Previo al vaciado, la Inspección Técnica de Obra (ITO) aprueba el montaje de acero y la limpieza de los moldajes, asegurando la ausencia de materiales extraños y la correcta posición del refuerzo.

#### **d. Vigas y losas de entepiso**

Las vigas y losas de entepiso se elaboran con hormigón premezclado  $f'c = 30$  MPa, con control de asentamiento slump =  $10 \pm 2$  cm.

La colocación del concreto se realiza en forma continua, evitando juntas frías.

Durante el proceso de vaciado, se emplean vibradores eléctricos con frecuencia mínima de 9.000 rpm para garantizar la compactación y homogeneidad del material.

El curado se efectúa mediante mantas húmedas o aplicación de agentes sellantes aprobados por la ITO.

En losas macizas, el control de nivelación y planicidad se realiza con reglas de aluminio y nivel láser.

#### **e. Escaleras y elementos complementarios**

Las escaleras y pasarelas estructurales se construyen con hormigón  $f_c = 30$  MPa, empleando encofrados de madera estructural o metálicos, tratados con agentes desmoldantes biodegradables.

La geometría de los peldaños y descansos debe respetar las tolerancias de la NCh 1537.Of2013.

Se verifica la correcta disposición del acero, continuidad de la armadura y ausencia de fisuras o desprendimientos posteriores al desencofrado.

#### **f. Control de Calidad del hormigón estructural**

Cada partida de hormigón es sometida a ensayos de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas de 15x30 cm, ensayos de asentamiento (slump test), temperatura del concreto fresco y muestreo aleatorio según NCh 170.Of2016.

Los resultados se registran en el Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) y deben ser aprobados por la ITO antes de proceder con nuevas etapas.

Las fallas en la resistencia o en la compactación son causal de rechazo parcial o total del elemento estructural.

#### **g. Condiciones ambientales y curado**

Durante la ejecución estructural, las actividades se suspenden cuando las temperaturas descienden por debajo de 5 °C o superan los 32 °C.

En estos casos, el hormigón se protege mediante mantas térmicas y barreras contra la desecación.

El curado se extiende al menos siete días, garantizando una humedad constante sobre las superficies expuestas.

### **4.3. Evaluación de procedimientos constructivos en la obra de Perú**

#### **4.3.1 Requisitos técnicos y administrativos**

La obra “Mejoramiento del servicio educativo del nivel primario y secundario de la I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez”, ubicada en el distrito de Tacna, fue ejecutada bajo la supervisión del Gobierno Regional de Tacna, aplicando las disposiciones técnicas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y las Normas Técnicas de Edificación NTE E.060 (Concreto Armado) y NTE A.010 (Condiciones Generales de Construcción).

##### **a. Supervisión e inspección técnica de obra**

La obra cuenta con un sistema de supervisión técnica a cargo de profesionales designados por la entidad ejecutora.

La supervisión tiene la responsabilidad de garantizar el cumplimiento del expediente técnico aprobado, verificar la calidad de los materiales y controlar el avance físico-financiero, conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y al Manual de Supervisión de Obras Públicas (OSCE).

Toda comunicación técnica entre la entidad, el contratista y la supervisión se realiza a través del Cuaderno de Obra, documento oficial donde se registran observaciones, conformidades y órdenes de cambio.

El residente de obra es responsable directo de la ejecución conforme a planos estructurales, especificaciones técnicas y cronograma aprobado.

##### **b. Construcciones provisionales**

Previo al inicio de los trabajos, el contratista instala las obras provisionales, que comprenden:

- Oficinas administrativas y técnicas,
- Servicios higiénicos portátiles,
- Comedor y vestuarios,

- Guardianía y almacén temporal,
- Cercado perimétrico de faena y señalización de seguridad.

Estas construcciones se ejecutan con materiales temporales, tales como módulos prefabricados o estructuras de madera y planchas metálicas.

Se garantiza el suministro de energía eléctrica, agua, drenaje pluvial y disposición sanitaria.

El expediente técnico contempla una partida específica denominada “Readecuación ambiental de guardianía, almacén, comedor, vestuario y oficinas provisionales”, con un área total de 257.00 m<sup>2</sup>, bajo el subpresupuesto “Obras provisionales, plan de contingencia, seguridad y salud”

#### **c. Plan de aseguramiento de la calidad (PAC)**

El contratista debe cumplir con un Plan de Aseguramiento de la Calidad, el cual abarca:

- Control de materiales mediante ensayos de laboratorio (compresión de concreto, densidad y granulometría del suelo).
- Supervisión del proceso de vaciado, vibrado y curado del concreto.
- Verificación de las dimensiones de las zapatas, columnas y vigas antes de la ejecución.
- Registro y aprobación de resultados por la supervisión técnica.

Los controles se ejecutan de acuerdo a las normas del RNE E.060 – Concreto Armado, E.070 – Albañilería, E.050 – Suelos y Cimentaciones, y el Manual del Laboratorio de Ensayos de Materiales del MTC.

#### **d. Libro de Obra y registros formales**

Durante la ejecución de la obra es obligatorio el uso del Cuaderno de Obra, considerado el instrumento oficial de planificación, control y comunicación técnica entre el Contratista, la Supervisión Técnica y la Entidad Ejecutora.

En este libro se registran las instrucciones técnicas, observaciones de control de calidad, avances de obra, protocolos de ensayo y autorizaciones de partidas.

Cada anotación debe ser realizada por el Residente de Obra y la Supervisión Técnica, conforme al formato establecido en el Manual de Supervisión de Obras Públicas del OSCE (2020) y en las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE A.010).

#### **e. Pruebas de materiales**

Todos los materiales empleados en la estructura deben ser verificados mediante ensayos de laboratorio certificados.

El expediente técnico establece la obligatoriedad de realizar pruebas para:

- Concreto: resistencia a la compresión, asentamiento (slump), control de vibrado y curado, conforme a las normas ASTM C-94, NTP 339.114 y RNE E.060.
- Acero: ensayos de tracción y verificación de conformidad según ASTM A36.
- Suelos y agregados: granulometría, límites de consistencia y compactación (MTC E.117, ASTM D1557).

El contratista asume el costo de los ensayos, debiendo presentar los certificados al Supervisor Técnico antes de la aceptación de cada partida

#### **f. Profesional residente y equipo técnico**

El expediente técnico exige la presencia permanente de un Ingeniero Residente, responsable de la ejecución técnica y administrativa del proyecto.

El residente coordina con la supervisión las actividades de obra, la ejecución de ensayos, el cumplimiento del cronograma y la atención de observaciones.

El equipo técnico mínimo comprende un asistente técnico de obra, un topógrafo, apoyo técnico y personal especialista (estructuras, arquitectura, sanitarias, eléctricas, telecomunicaciones, seguridad y salud).

La entidad supervisora verifica la permanencia del residente durante toda la ejecución, de acuerdo con la Ley de Contrataciones del Estado y su reglamento (D.S. N.º 344-2018-EF)

#### **g. Seguridad y salud ocupacional**

Durante la ejecución de la obra se aplica el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, conforme a la Ley N.º 29783 y el D.S. N.º 011-2019-TR.

Este plan establece el uso obligatorio de Equipos de Protección Personal (EPP), señalización, control de ingreso de personal y charlas diarias de seguridad.

La obra también incluye medidas ambientales de mitigación, tales como control de polvo, disposición final de residuos y un Programa de Cierre y Abandono de Obra, asegurando la restauración del entorno físico.

#### **h. Programación y administración de la obra**

El contratista está obligado a presentar una programación general y valorizada de ejecución, elaborada mediante cronogramas de barras tipo Gantt, que reflejen las actividades por partida y subpartida.

Estos cronogramas se actualizan mensualmente en coordinación con la supervisión y sirven de base para el control de avance físico y financiero.

El plazo de ejecución establecido para la infraestructura es de 540 días calendario, bajo la modalidad de administración indirecta, con fuente de financiamiento proveniente del canon y sobrecanon del Gobierno Regional de Tacna

### **4.3.2 Especificaciones técnicas**

#### **a. Movimiento de tierras**

Los trabajos de excavación y relleno comprenden las labores necesarias para la ejecución de zapatas, cisternas y nivelación del terreno natural.

Las excavaciones masivas se realizan conforme a los alineamientos y cotas señaladas en planos, bajo supervisión del ingeniero residente.

El equipo utilizado incluye retroexcavadora de 95–101 HP, palas y herramientas manuales, garantizando precisión y seguridad en los bordes de las zanjas.

La disposición final del material excedente se ejecuta de acuerdo al plan de manejo ambiental y botaderos autorizados

Asimismo, se contempla la ejecución de rellenos compactados con material de préstamo seleccionado, ejecutados en capas sucesivas con equipo liviano, hasta alcanzar la densidad especificada según MTC E.117

## **b. Cimentaciones**

Las cimentaciones del proyecto se resuelven mediante zapatas aisladas y combinadas, diseñadas según la Norma E.050 – Suelos y Cimentaciones y la Norma E.060 – Concreto Armado.

El concreto empleado en zapatas es premezclado, con una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , con cemento Portland tipo IP y aditivo impermeabilizante antisalinidad.

El acero de refuerzo corresponde a  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , grado 60, cumpliendo con la norma ASTM A615 y INDECOPI 341.031.

Los encofrados son de madera cepillada o fenólico, con desencofrado normal, asegurando estabilidad dimensional durante el vaciado.

## **c. Vigas de cimentación y sobrecimientos**

Las vigas de cimentación se ejecutan con concreto premezclado de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los sobrecimientos emplean concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , ambos con cemento tipo IP y aditivo impermeabilizante.

El desencofrado se realiza después de un período mínimo de 72 horas, verificando previamente la resistencia mínima mediante ensayos de probetas.

## **d. Columnas, vigas y losas de concreto armado**

Los elementos verticales (columnas) y horizontales (vigas y losas) están conformados por concreto premezclado de  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , según el tipo estructural.

Las losas aligeradas utilizan ladrillos huecos de arcilla de  $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}$  y  $30 \times 30 \times 20 \text{ cm}$ , con acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , curado húmedo durante un mínimo de siete días.

La ejecución respeta las tolerancias geométricas establecidas por la Norma E.060 (2019) y los procedimientos de ASTM C94, C31 y C33, garantizando uniformidad y durabilidad.

## **e. Escaleras y elementos complementarios**

Las escaleras estructurales se vacían con concreto premezclado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Los elementos son curados durante siete días y su encofrado se retira luego de comprobar la resistencia inicial mediante pruebas de laboratorio.

#### **f. Control de calidad del concreto**

El control de calidad del concreto es responsabilidad conjunta del proveedor y contratista, ejecutándose conforme al numeral 5.6 de la Norma E.060-2009 del RNE.

Se exige un mínimo de cuatro probetas por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto producido, o por cada 300 m<sup>2</sup> de losa.

Los ensayos de compresión se realizan a los 7, 14 y 28 días, en laboratorios independientes aprobados por la supervisión técnica.

Los registros deben contener número de muestra, fecha de elaboración, edad de ensayo, resistencia obtenida y ubicación del vaciado

#### **g. Control de calidad del acero de refuerzo**

El acero corrugado se inspecciona visualmente y mediante ensayos de tracción y fluencia, verificando la certificación del fabricante.

Toda barra doblada o con corrosión visible debe ser reemplazada antes del montaje.

La supervisión autoriza el vaciado únicamente después de verificar el correcto amarre, recubrimiento y continuidad de refuerzos

### **4.4. Comparación del nivel de eficiencia tecnológica entre Perú y Chile**

La comparación del nivel de eficiencia tecnológica entre los procedimientos constructivos empleados en las obras de Chile y Perú permite identificar las diferencias técnicas, operativas y normativas que influyen directamente en la productividad, la calidad estructural y el control de los procesos constructivos de concreto armado.

A continuación, se muestra la tabla 3 comparativo de los requisitos técnicos y administrativos, así como de las diferencias en cuanto a las especificaciones técnicas:

**Tabla 3***Comparación de requisitos técnicos y administrativos*

<b>Aspecto</b>	<b>Chile – Centro de Salud Comunitaria Cordillera (Coihueco)</b>	<b>Perú – I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez (Tacna)</b>	<b>Nivel de eficiencia tecnológica</b>
<b>Supervisión técnica</b>	Supervisión permanente a cargo de ITO con facultad normativa y control digital de calidad (PAC electrónico).	Supervisión técnica por entidad estatal y registro en Cuaderno de Obra físico.	Alta en Chile / Media en Perú
<b>Construcciones provisionales</b>	Oficinas modulares equipadas con licencias BIM (Revit, Navisworks, MS Project).	Oficinas provisionales simples con servicios básicos, sin integración digital.	Alta en Chile / Baja en Perú
<b>Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC)</b>	Sistema digitalizado y trazable integrado a ITO.	Sistema documental físico con ensayos de laboratorio.	Alta en Chile / Media en Perú
<b>Libro de obra</b>	Digital, con trazabilidad en línea.	Físico, de uso manual.	Alta en Chile / Media en Perú
<b>Normas de seguridad</b>	Cumplimiento estricto de leyes laborales y PAC de seguridad.	Cumplimiento de Ley 29783 y DS 011-2019-TR.	Similar en ambos contextos

*Nota.* PAC significa Plan de Aseguramiento de la Calidad

ITO significa Inspección Técnica de Obra (en Chile)

**Tabla 4***Comparación de procedimientos constructivos estructurales*

<b>Etapas constructivas</b>	<b>Chile</b>	<b>Perú</b>	<b>Nivel de mecanización / tecnología aplicada</b>
<b>Movimiento de tierras</b>	Excavaciones mecanizadas, compactación con densímetro nuclear, control NCh 1534.	Excavaciones mixtas (manual y mecanizada), control por método de arena.	Mayor en Chile
<b>Cimentaciones</b>	Hormigón premezclado $f_c = 25$ MPa, control NCh 170, acero A630-420H.	Hormigón premezclado $f_c = 210-280$ kg/cm <sup>2</sup> , acero ASTM A615.	Similar, con mejor control en Chile
<b>Sobrecimientos</b>	Encofrados metálicos modulares y vibrado de alta frecuencia.	Encofrados de madera cepillada, vibrado manual.	Alta en Chile / Media en Perú
<b>Columnas y muros estructurales</b>	Elementos de hormigón $f_c = 25$ MPa, acero A630-420H, vibrado eléctrico de alta frecuencia, moldajes metálicos y curado húmedo controlado.	Columnas y muros con concreto $f_c = 210-280$ kg/cm <sup>2</sup> , acero $F_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> , encofrado de madera, vibrado manual y curado por riego.	Alta en Chile / Media en Perú
<b>Losas y vigas</b>	Control de slump, curado térmico y nivelación láser.	Curado húmedo manual y control visual.	Alta en Chile / Media en Perú

**Tabla 5***Comparación global del nivel de eficiencia tecnológica*

<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores evaluados</b>	<b>Resultado Chile</b>	<b>Resultado Perú</b>
Productividad	Tiempo de ejecución, mecanización, control digital.	Alta (uso de PAC digital y herramientas BIM).	Media (procesos tradicionales).
Calidad estructural	Control de materiales, ensayos, precisión geométrica.	Alta (ensayos automatizados y supervisión digital).	Media (ensayos manuales, control físico).
Sostenibilidad	Control de residuos, eficiencia de materiales, energía.	Alta (premezclados, reducción de retrabajo).	Media (gestión manual).
Gestión administrativa	Trazabilidad documental, interoperabilidad digital.	Alta (integración digital completa).	Baja (control físico y no centralizado).
Innovación tecnológica	Aplicación BIM, PAC digital, software constructivo.	Alta (Revit, Navisworks, MS Project).	Baja (limitado a control físico y manual).

Nota. PAC significa Plan de Aseguramiento de la Calidad

En base a los resultados analizados en las tablas 3, 4 y 5 podemos decir que:

En el caso de Chile, la ejecución de la obra del Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera evidencia un sistema constructivo con mayor integración tecnológica en sus procesos de control, diseño y ejecución. La obligatoriedad de implementar un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) digitalizado, el uso de software especializado (Revit, Navisworks, MS Project), y la supervisión a cargo de la Inspección Técnica de Obra (ITO) garantizan trazabilidad completa, interoperabilidad BIM y control en tiempo real de materiales, rendimientos y plazos. Asimismo, la normativa chilena (NCh 430.Of2008 y reglamentos MOP) impulsa una estandarización de procedimientos mediante el uso de encofrados modulares metálicos, hormigones premezclados controlados y curados térmicos automatizados, lo que reduce significativamente la variabilidad humana en obra y eleva la eficiencia tecnológica operacional.

Por otro lado, en el caso peruano, la obra I.E. Hermógenes Arenas Yáñez presenta un enfoque constructivo tradicional y manual, basado en el cumplimiento

estricto de la Norma Técnica E.060 del RNE y en el control de calidad mediante ensayos presenciales y registros en el Cuaderno de Obra físico. Si bien existe un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC), su ejecución es mayormente documental y dependiente de la supervisión directa. Los materiales, equipos y métodos constructivos son adecuados y cumplen los estándares normativos, pero el nivel de digitalización, automatización y mecanización es menor en comparación con el contexto chileno, lo cual limita la optimización de tiempos y la reducción de errores en las partidas estructurales.

En términos de productividad, Chile evidencia una mayor eficiencia constructiva debido al uso generalizado de hormigones premezclados certificados, equipos de vibrado eléctricos de alta frecuencia y sistemas de planificación digital que permiten un seguimiento programático continuo. En contraste, en el caso peruano, las actividades de vaciado, curado y control dimensional mantienen un carácter predominantemente manual, sustentado en la supervisión técnica presencial y el control visual directo en obra.

Respecto a la calidad estructural, ambas obras cumplen los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos por sus respectivas normativas (NCh 430 en Chile y NTE E.060 en Perú). Sin embargo, los procesos chilenos presentan mayor automatización y trazabilidad digital mediante la integración del Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) en formato electrónico, mientras que en Perú el aseguramiento depende del cumplimiento disciplinado de protocolos físicos ejecutados por el personal técnico.

En el ámbito de la sostenibilidad, Chile presenta un nivel superior de eficiencia gracias al uso de hormigones premezclados controlados, una gestión de materiales optimizada que reduce desperdicios, y procedimientos estandarizados que minimizan el retrabajo. En Perú, si bien se aplican medidas ambientales y de seguridad laboral conforme a la normativa vigente, la gestión energética y de residuos aún es incipiente y carece de sistemas automatizados de seguimiento.

Finalmente, en lo referente a la gestión administrativa y trazabilidad documental, el sistema chileno se distingue por la interoperabilidad tecnológica entre diseño, supervisión y ejecución, utilizando plataformas BIM (Building Information Modeling), control digital del PAC y registro electrónico de avances. En el caso peruano, predomina una estructura de control tradicional, basada en formatos físicos, registros manuales y reportes técnicos impresos, lo que limita la eficiencia del flujo de información entre las etapas de obra.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Como hipótesis general se había planteado: *“El nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, evaluado durante el año 2025, presenta diferencias significativas asociadas al grado de mecanización, automatización y gestión digital implementadas en cada contexto, lo que permite identificar brechas tecnológicas y formular lineamientos orientados a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.”* Si bien tanto Perú como Chile comparten una base normativa común sustentada en principios internacionales (ACI 318), la diferencia fundamental radica en el modo en que estas disposiciones se traducen en prácticas constructivas reales durante la ejecución de las partidas estructurales.

En el contexto chileno, la ejecución de estructuras de hormigón armado se encuentra respaldada por un ecosistema normativo técnico que promueve activamente la mecanización, el uso de hormigón premezclado certificado, la planificación digital y el control sistemático de la calidad. El uso de sistemas BIM-VDC, equipos eléctricos de vibrado, ensayos normalizados y Planes de Aseguramiento de la Calidad con trazabilidad digital permite reducir la variabilidad constructiva, minimizar retrabajos y asegurar uniformidad estructural. Estos factores inciden directamente en una mayor productividad, menor generación de residuos y mejor control del desempeño estructural, lo que se traduce en un nivel alto de eficiencia tecnológica.

En contraste, los resultados evidencian que en el contexto peruano los procedimientos constructivos estructurales continúan desarrollándose bajo un enfoque predominantemente tradicional, caracterizado por una ejecución manual, mecanización limitada y control de calidad basado principalmente en supervisión presencial y registros físicos. Si bien estas prácticas cumplen con los requisitos mínimos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE E.060), su limitada integración tecnológica restringe la optimización de tiempos, la estandarización de procesos y la trazabilidad documental, factores clave para alcanzar mayores niveles de eficiencia tecnológica.

Estos hallazgos se alinean con lo señalado por CTEC Chile (2024), que destaca que la industrialización y digitalización de la construcción permiten incrementar significativamente la productividad y sostenibilidad del sector, así como con lo reportado por Cárdenas Alarcón (2021), quien identifica que en el Perú la innovación tecnológica en la construcción aún es percibida como un costo y no como una inversión estratégica.

Asimismo, Guevara Cerda (2025) sostiene que la modernización del proceso constructivo peruano enfrenta limitaciones institucionales, normativas y presupuestales que ralentizan la adopción de tecnologías digitales y métodos modernos de construcción.

Como hipótesis específica a se tiene: *“Los procedimientos constructivos estructurales empleados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile mantienen similitudes en su enfoque técnico y normativo, pero difieren significativamente en el nivel de tecnificación, mecanización y control digital aplicado durante la ejecución de las partidas estructurales.”*

Los resultados confirman que los procedimientos constructivos estructurales empleados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile mantienen similitudes en su enfoque técnico y normativo, particularmente en la secuencia de ejecución de partidas como movimiento de tierras, cimentaciones, columnas, vigas y losas. No obstante, las diferencias se manifiestan de manera significativa en el nivel de tecnificación y control aplicado durante dichas etapas. Mientras que en Chile se emplean instrumentos de medición automatizados, encofrados metálicos modulares y sistemas digitales de control de curado y resistencia, en el Perú predominan métodos manuales y controles empíricos, lo que repercute directamente en la eficiencia del proceso constructivo.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Finalcad (2022), que resalta el impacto del monitoreo digital en la reducción de fallas y costos. Asimismo, Polpaico Conexión (s.f.) sostiene que la automatización en procesos estructurales mejora la confiabilidad del hormigón y la trazabilidad de materiales.

Para la hipótesis específica b, se había planteado lo siguiente: *“El uso de maquinaria especializada, la secuencia de ejecución y el grado de automatización presentan una relación significativa con el nivel de eficiencia tecnológica alcanzado en los procedimientos estructurales implementados en Chile y Perú.”*

Los resultados permiten confirmar de manera parcial la relación entre el uso de maquinaria especializada, la secuencia de ejecución y el nivel de eficiencia tecnológica alcanzado. Esta confirmación es parcial debido a que, si bien en el contexto chileno la disponibilidad de equipos especializados (bombas de concreto, vibradores eléctricos, densímetros nucleares, niveladores láser) demuestra una clara relación con la reducción de tiempos y mejora de la calidad estructural, en el contexto peruano la limitada mecanización impide evaluar plenamente dicha relación bajo condiciones comparables. No obstante, la evidencia observada respalda la afirmación de que la automatización y

el uso de herramientas digitales inciden positivamente en la eficiencia tecnológica, tal como lo señalan Cemex Ventures (2024) y Finalcad (2022).

Asimismo, la discusión de los resultados permite interpretar que la eficiencia tecnológica no es únicamente un problema técnico, sino también organizacional y formativo. La ausencia de capacitación sistemática en herramientas digitales, planificación avanzada y control automatizado limita la capacidad del sector construcción peruano para adoptar tecnologías incluso cuando estas se encuentran disponibles en el mercado. Esta situación coincide con lo expuesto por Vilca Sivirichi (2024), quien enfatiza que la adopción tecnológica requiere acompañamiento normativo, fortalecimiento institucional y estrategias sostenidas de capacitación del capital humano. Finalmente, en la Hipótesis específica c, se tiene: *“Los lineamientos técnicos derivados de las prácticas estructurales más eficientes aplicadas en Chile guardan una relación significativa con el potencial de modernización y mejora de la productividad del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.”*

Los resultados confirman que las prácticas constructivas eficientes de Chile pueden adaptarse al contexto peruano como referentes de modernización tecnológica.

Entre los lineamientos técnicos más relevantes se proponen:

- Implementar un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) con registro digital y trazabilidad.
- Sustituir los encofrados de madera por sistemas metálicos reutilizables, favoreciendo la precisión y sostenibilidad.
- Incorporar progresivamente el uso de BIM y control tridimensional para coordinación estructural.
- Capacitar al personal técnico en el uso de software de planificación y control (Revit, Project, Navisworks).

Esto coincide con lo señalado por García-Alvarado et al. (2020), quienes destacan que la industrialización de la construcción reduce los tiempos de ejecución, mejora la durabilidad y disminuye el impacto ambiental.

Asimismo, Vilca Sivirichi (2024) enfatiza que la adopción tecnológica en el Perú requiere acompañamiento normativo y estrategias de capacitación sostenida para alcanzar una transición efectiva hacia la construcción 4.0.

En este sentido, la discusión desarrollada no solo confirma las hipótesis planteadas, sino que también pone en evidencia la necesidad de una visión estratégica de

modernización del sector construcción peruano, en la que la eficiencia tecnológica sea entendida como un eje transversal que articule normativa, tecnología, gestión y formación profesional. En base a la discusión desarrollada en el presente estudio y con la finalidad de cumplir el objetivo específico c, se proponen lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano, fundamentados en las prácticas constructivas más eficientes identificadas en el modelo chileno.

Estos lineamientos buscan mejorar la productividad, sostenibilidad y control de calidad en los procedimientos constructivos de edificaciones de concreto armado, promoviendo la adopción gradual de tecnologías, metodologías digitales y estándares modernos de ejecución.

A continuación, se presentan los lineamientos técnicos propuestos (tabla 6), organizados según los principales ejes de eficiencia tecnológica observados en la comparación entre ambos países.

**Tabla 6**

*Lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano*

Eje	Lineamiento técnico propuesto	Sustento bibliográfico y fundamento técnico
1. Gestión y control de calidad digital	Implementar un <b>Plan de Aseguramiento de Calidad (PAC)</b> digital con trazabilidad, usando plataformas interoperables (BIM + QA).	Basado en el enfoque de habilitadores MMC de CTEC 2024, que promueven la integración tecnológica y la trazabilidad de procesos.
2. Integración BIM 4D/5D	Incorporar herramientas digitales para la coordinación estructural y planificación temporal y económica.	El CCI y CChC destacan la integración temprana BIM + DfMA como núcleo de la industrialización.
3. Mecanización y automatización	Promover el uso de <b>vibradores eléctricos, bombas de concreto, densímetros nucleares, curado controlado</b> , y sensores de temperatura.	Las prácticas chilenas normalizadas por NCh y descritas en <i>Procesos y técnicas de construcción</i> señalan estos equipos como estándar de productividad.
4. Encofrados modulares y prefabricación (MMC 2D–3D)	Migrar gradualmente hacia sistemas <b>modulares metálicos reutilizables</b> y prefabricados parciales.	CTEC 2024: “Los MMC 2D–3D permiten reducir plazos 40 – 75 % y aumentar productividad 48 – 127 %.”

Tabla 6. (continuación)

Eje	Lineamiento técnico propuesto	Sustento bibliográfico y fundamento técnico
5. Normalización de procedimientos por partida	Desarrollar <b>fichas estandarizadas de proceso y control (ITP)</b> para cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros.	<i>Procesos y técnicas de construcción</i> resalta el sistema normativo INN y la necesidad de comités técnicos permanentes para estandarizar procedimientos.
6. Gestión de residuos y sostenibilidad	Aplicar planes de <b>RCD</b> con segregación, reutilización y cuantificación de mermas.	CTEC 2024: los MMC reducen residuos 65 – 70 % y emisiones de CO <sub>2</sub> .
7. Capital humano tecnificado	Establecer <b>programas de certificación y entrenamiento</b> en BIM, curado, montaje modular y seguridad digital.	CCI – Matriz 2022: la capacitación es un habilitador crítico para la industrialización.
8. Contratación por desempeño	Incorporar <b>indicadores de productividad (KPIs)</b> y cumplimiento de PAC en los pliegos técnicos.	CCHC – Matrix 2020: modelos de gestión contractual por desempeño aumentan la eficiencia global. CTEC 2024 vincula productividad y seguridad mediante sistemas colaborativos de planificación.
9. Seguridad y logística de obra	Diseñar <b>lay-outs digitales de faenas</b> con flujos seguros y trazabilidad de EPP.	Basado en el modelo del INN – Chile descrito en <i>Procesos y técnicas de construcción</i> , donde la generación de normas es colaborativa.
10. Innovación normativa y gobernanza	Crear un <b>Comité Nacional de Eficiencia Tecnológica en Construcción</b> para adaptar los principios de los MMC al RNE.	

Nota. PAC significa Plan de Aseguramiento de la Calidad

BIM, Building Information Modeling

QA, Quality Assurance (Aseguramiento de la Calidad)

ITP, inspection and Test Plan (Plan de Inspección y Ensayo)

RCD, Residuos de Construcción y Demolición

KPIs, Key Performance Indicators (Indicadores Clave de Desempeño)

MMC, Modern Methods of Construction (Métodos Modernos de Construcción)

RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú)

## CONCLUSIONES

A continuación, se expone las conclusiones obtenidas a partir del análisis comparativo del nivel de eficiencia tecnológica en los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, conforme a los objetivos y la hipótesis planteados.

Las conclusiones se presentan de manera organizada en función de cada uno de los objetivos específicos de la investigación, permitiendo una lectura clara y coherente con los resultados obtenidos.

Se constata que ambos casos (Chile y Perú) siguen una secuencia constructiva convencional para concreto armado (excavación-cimentación-elementos verticales-vigas/losas-escaleras), pero difieren en el cómo se ejecuta: en Chile prevalecen encofrados metálicos modulares, hormigón premezclado con controles NCh (slump, temperatura y compresión), vibrado eléctrico de alta frecuencia y curado controlado, bajo supervisión ITO (Inspección Técnica de Obra) con PAC (Plan de Aseguramiento de la Calidad) y trazabilidad documental; en Perú se documentan encofrados de madera, curado húmedo manual, control de probetas según RNE. La estructura normativa guía adecuadamente ambas ejecuciones, pero la estandarización y el nivel de control en obra es más sólido y sistematizado en el caso chileno.

La evidencia muestra un nivel de eficiencia tecnológica mayor en Chile por: (i) integración digital (BIM/planificación 4D–5D, PAC digital, software de coordinación); (ii) mecanización (vibradores eléctricos  $\geq 9.000$  rpm, nivelación láser; (iii) productividad (colocaciones continuas de hormigón premezclado con control de juntas frías y curados uniformes); (iv) control de calidad estructural con ensayos sistemáticos y trazabilidad; y (v) gestión documental soportada por ITO y libro/PAC con registros electrónicos. En Perú, el cumplimiento normativo y los ensayos están presentes, pero con dependencia de controles manuales, menor mecanización y gestión documental tradicional, lo que incrementa la variabilidad operativa y la exposición al retrabajo.

A partir de la comparación, se infiere que la modernización peruana debe priorizar: (i) PAC digital con ITP (inspection and Test Plan) por partida y trazabilidad de ensayos; (ii) adopción progresiva de BIM (4D/5D) en coordinación, medición de avance y control de costos; (iii) mecanización dirigida (vibradores eléctricos, bombas de concreto, curado

controlado/sensores) y encofrados modulares reutilizables; (iv) estandarización de procedimientos (fichas técnicas por partida con criterios de aceptación/rechazo); y (v) gestión de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) y seguridad con planificación logística digital. Estos lineamientos son compatibles con el RNE y pueden implementarse gradualmente sin alterar el sistema constructivo base, elevando productividad, calidad estructural y sostenibilidad.

## RECOMENDACIONES

Finalmente, se formula una serie de recomendaciones derivadas de las conclusiones obtenidas en la investigación, orientadas a fortalecer la eficiencia tecnológica y la productividad en los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en el Perú. Estas propuestas se dirigen principalmente a instituciones académicas, entidades públicas de infraestructura, organismos normativos y colegios profesionales vinculados al sector construcción.

Se recomienda al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y al Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) promover la actualización de las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, incorporando procedimientos constructivos estandarizados por partida (cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros), similares a los desarrollados en el sistema normativo chileno (NCh). Asimismo, se sugiere implementar guías técnicas ilustradas de ejecución estructural, de libre acceso para los profesionales y técnicos de obra, a fin de garantizar uniformidad y trazabilidad en los procesos de construcción.

Se recomienda al Gobierno Regional de Tacna (GRT) y a las universidades con facultades de Ingeniería Civil, entre ellas la Universidad Privada de Tacna (UPT), fomentar la adopción de herramientas digitales de control y planificación (BIM 4D/5D, PAC digital, sensores IoT) en los proyectos de inversión pública y académicos de simulación constructiva. De igual forma, se propone establecer convenios de cooperación técnica con instituciones chilenas como el Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTEC) o la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), a fin de transferir metodologías y buenas prácticas relacionadas con la mecanización, el control digital y la trazabilidad documental en obra.

Se recomienda al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) incorporar en los expedientes técnicos la implementación gradual de los Métodos Modernos de Construcción (MMC), priorizando el uso de encofrados metálicos modulares, prefabricados parciales (2D–3D) y curado controlado.

Asimismo, se sugiere al Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) establecer programas de certificación profesional en gestión digital de obras, control de calidad estructural y sostenibilidad, en coordinación con universidades y centros tecnológicos. Finalmente, se recomienda a la Universidad Privada de Tacna (UPT) integrar en su currículo formativo los contenidos sobre BIM, DfMA (Design for Manufacture and Assembly) y control digital de obra, como parte de la formación continua de los futuros ingenieros civiles.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addis, W. (2001). *Early reinforced concrete (Studies in the History of Civil Engineering, Vol. 11)*. Ashgate.
- Arbentia. (2024, noviembre 20). *¿Cómo influye la tecnología en la construcción en 2025?* ARBENTIA. <https://www.arbentia.com/blog/tendencias-tecnologicas-en-el-sector-de-la-construccion/>
- Cárdenas Alarcón, O. A. (2021). *Sector de construcción frente a la innovación actual en Lima Metropolitana* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/5691>
- Cemex Ventures. (2024). *How construction robotics is going to change the industry forever*. <https://www.cemexventures.com/how-construction-robotics-is-going-to-change-the-industry-forever/>
- CTEC Chile. (2024). *Guía MMC: Introducción a los Métodos Modernos de Construcción*. CTEC Innovación en la Construcción. [https://ctecinnovacion.cl/wp-content/uploads/2024/04/2024\\_-\\_GUIA\\_MMC\\_CTEC\\_CCHC.pdf](https://ctecinnovacion.cl/wp-content/uploads/2024/04/2024_-_GUIA_MMC_CTEC_CCHC.pdf)
- Finalcad. (2022, diciembre 7). *11 tecnologías digitales que transforman la construcción*. Finalcad. [https://www.finalcad.com/es/blog/11\\_tecnologias\\_que\\_transforman-la-construccion](https://www.finalcad.com/es/blog/11_tecnologias_que_transforman-la-construccion)
- García-Alvarado, R., Martínez, A., González, L., & Auat, F. (2020). Proyecciones de la construcción impresa en 3D en Chile. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(1), 60–72. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000100060>
- Guevara Cerda, R. K. (2025). *Análisis comparativo del año 2017 y 2025 del impacto del concepto fábrica en la industria de la construcción de viviendas multifamiliares del proyecto Villanova Lima-Callao mediante la aplicación de las 5S + 3 (8S)* [Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/bitstreams/10cea546-cd16-493b-95f9-160fd039d641/download>
- Informes de Expertos. (2024). *Mercado de la construcción: Crecimiento, análisis 2025–2034* [Informe]. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-la-construccion>

- Instituto Nacional de Normalización. (2008). *NCh 430.Of2008 Hormigón armado — Requisitos de diseño y cálculo*. INN-Chile. <https://ecommerce.inn.cl>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Norma Técnica de Edificación E.060: Concreto armado*. SENCICO. <https://www.sencico.gob.pe/>
- Polpaico Conexión. (s. f.). *3.5 Hormigonado* [Manual técnico]. *Manual Polpaico Conexión*. [https://www.polpaicoconexion.cl/manual/pdf/cap\\_0305.pdf](https://www.polpaicoconexion.cl/manual/pdf/cap_0305.pdf)
- Polpaico Conexión. (s. f.). *Manual del Constructor: Hormigón – Hormigonado* [Cap. 3.7]. Polpaico. <https://manualdelconstructor.polpaico.cl/3-el-hormigon/3-7-hormigonado/>
- Reinforced concrete. (s. f.). *In ChemEurope Encyclopedia*. [https://www.chemeuropa.com/en/encyclopedia/Reinforced\\_concrete.html](https://www.chemeuropa.com/en/encyclopedia/Reinforced_concrete.html)
- StartUs Insights. (2025). *Discover impactful construction technology & startups for 2025 & beyond*. <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/construction-technology/>

**ANEXOS**

**Anexo 1. Matriz de consistencia**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado construidas en Perú y Chile, evaluado y comparado mediante el análisis documental y técnico desarrollado durante el año 2025, con el propósito de identificar brechas tecnológicas y proponer lineamientos que contribuyan a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano?	Evaluar y comparar el nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado construidas en Perú y Chile, mediante el análisis documental y técnico desarrollado durante el año 2025, con el propósito de identificar brechas tecnológicas y proponer lineamientos que contribuyan a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.	El nivel de eficiencia tecnológica de los procedimientos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, evaluado durante el año 2025, presenta diferencias significativas asociadas al grado de mecanización, automatización y gestión digital implementadas en cada contexto, lo que permite identificar brechas tecnológicas y formular lineamientos orientados a la modernización del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.	Nivel de eficiencia tecnológica	1. Integración Digital 2. Mecanización y automatización 3. Productividad y control de calidad 4. Gestión Documental y Trazabilidad	Uso de herramientas BIM y software de control (Revit, MS Project, PAC digital) Empleo de maquinaria y equipos eléctricos o automatizados Cumplimiento de ensayos de control (slump, resistencia, densidad). Registro y trazabilidad digital de la información técnica.	<b>TIPO :</b> Básica <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN :</b> Descriptivo-Comparativo <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> No experimental <b>POBLACION:</b> Conjunto de expedientes técnicos de edificaciones de concreto armado ejecutadas en Perú y Chile <b>MUESTRA:</b> En Chile: Edificación pública del proyecto: "Centro de Salud Mental Comunitaria Cordillera – Comuna de Coihueco". En Perú: Edificación educativa del proyecto: "Mejoramiento del Servicio Educativo del Nivel Primario y Secundario de la I.E. N.º 42241 Hermógenes Arenas Yáñez – Distrito de Tacna".
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
a)¿Cuáles son los procedimientos constructivos empleados en las partidas estructurales, cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros de las edificaciones de concreto armado representativas de Perú y Chile, según la documentación técnica y normativa vigente de cada país?	a)Identificar los procedimientos constructivos empleados en las partidas estructurales (cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros) de edificaciones de concreto armado representativas de Perú y Chile, a partir de documentación técnica y normativa vigente	a)Los procedimientos constructivos estructurales empleados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile mantienen similitudes en su enfoque técnico y normativo, pero difieren significativamente en el nivel de tecnificación, mecanización y control digital aplicado durante la ejecución de las partidas estructurales.		1. Movimiento de tierras 2. Cimentaciones	Nivel de mecanización del proceso. Tipo de material (premezclado / in situ).	
b)¿Cómo se diferencia el nivel de eficiencia tecnológica de los procesos constructivos aplicados en edificaciones de concreto armado en Perú y Chile, considerando dimensiones como la integración digital, el grado de mecanización, la productividad, el control de calidad estructural y la gestión documental?	b) Analizar comparativamente el nivel de eficiencia tecnológica de los procesos constructivos de ambos países, considerando dimensiones como integración digital, mecanización, productividad, control de calidad estructural y gestión documental.	b)El uso de maquinaria especializada, la secuencia de ejecución y el grado de automatización presentan una relación significativa con el nivel de eficiencia tecnológica alcanzado en los procedimientos estructurales implementados en Chile y Perú.	Procedimientos constructivos	3. Columnas y muros 4. Vigas y losas	Uso de encofrados modulares o tradicionales. Tipo de control de calidad (manual / automatizado).	
c) ¿Qué lineamientos técnicos pueden proponerse, a partir de las prácticas constructivas más eficientes del modelo chileno, para ser adaptados al contexto peruano con el fin de mejorar la productividad y sostenibilidad del proceso constructivo estructural?	c) Proponer lineamientos técnicos adaptables al contexto peruano, basados en las prácticas más eficientes identificadas en el modelo constructivo chileno, orientados a mejorar la productividad y sostenibilidad del sector construcción.	c)Los lineamientos técnicos derivados de las prácticas estructurales más eficientes aplicadas en Chile guardan una relación significativa con el potencial de modernización y mejora de la productividad del proceso constructivo estructural en el contexto peruano.		5. Escaleras y elementos complementarios	Tipo de curado (manual / térmico / con agentes sellantes).	

