



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENCOFRADO
MODULAR Y ENCOFRADO TRADICIONAL
RESPECTO A RENDIMIENTO, COSTO Y TIEMPO
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES EN LIMA 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Carlos Oblitas Vasquez

Eduardo Fernando Torres Sojo

Asesor:

M. Cs. Erlyn Giordany Salazar Huamán

<https://orcid.org/0000-0001-7619-7995>

Lima - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Kely Elizabeth Nuñez Vasquez
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	Neicer Campos Vasquez
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Erlyn Giordany Salazar Huamán
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

INFORME DE SIMILITUD

INFORME DE ORIGINALIDAD



ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%
★ **nanopdf.com**
Fuente de Internet

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	Apagado
Excluir bibliografía	Apagado		

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi madre Juana Vásquez Burga y a mi padre Justiniano Oblitas Olano que está en el cielo, porque ellos me enseñaron a actuar con justicia, ser persona de bien y perseverar hasta llegar a la meta. También, la dedico a Inés y a mi hija Ariana quienes complementan mi existencia.

Carlos Oblitas Vásquez

Este trabajo de tesis está dedicado especialmente a mis padres Eduardo y Rosa que forjaron en mi la paciencia y la perseverancia y a mi esposa Nélide e hijos Alexandra y Cristopher que son la motivación de vida.

Eduardo F. Torres Sojo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones recibidas durante mi formación académica. También, agradezco a mi madre Juana por sus consejos, a mi hermana Adelina por su apoyo incondicional. Asimismo, agradecer a mi compañero Eduardo Torres, a mis compañeros de estudio y a todos los profesionales de la universidad Privada del Norte por ser parte de mi formación profesional.

Carlos Oblitas Vásquez

Agradezco a mi Padre Celestial, porque al haberlo encontrado forjó en mí, la fe y la esperanza, a mi compañero de tesis, Carlos Oblitas por su apoyo incondicional y constante.

Eduardo F. Torres Sojo

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	52
1.2.1. Problema general	52
1.2.2. Problemas específicos	52
1.3. Objetivos	52
1.3.1. Objetivo general	52
1.3.2. Objetivos específicos	53
1.4. Hipótesis	53
1.4.1. Hipótesis general	53
1.5. Justificación	53
1.6. Limitaciones	55
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	57
2.1. Enfoque de la investigación	57

2.2. Nivel de la investigación	57
2.3. Alcance de la investigación	58
2.4. Diseño de investigación	59
2.5. Variables y operacionalización	59
2.5.1. Variables	59
2.5.2. Operacionalización de variables	61
2.6. Población y muestra	62
2.6.1. Población	62
2.6.2. Muestra	62
2.7. Materiales, instrumentos y métodos	64
2.7.1. Materiales	64
2.7.2. Instrumentos	65
2.7.3. Métodos	65
2.8. Procedimiento y análisis de datos	65
2.8.1. Procedimiento de datos	65
2.8.2. Análisis de datos	67
2.9. Aspectos éticos	68
CAPÍTULO III: RESULTADOS	70
3.1. Rendimiento de Mano de Obra (RMO)	71
3.1.1. Rendimiento de Mano de Obra en Encofrado Modular	71
3.1.2. Rendimiento de Mano de Obra en Encofrado Tradicional	73
3.2. Costo de Mano de Obra (CMO)	77
3.2.1. CMO en Encofrado Modular	77
3.2.2. CMO en Encofrado Tradicional	78
3.3. Tiempo de Instalación según cada Sistema de Encofrado (TI)	80

3.3.1. TI del Encofrado Modular	80
3.3.2. TI del Encofrado Tradicional	81
3.4. Análisis comparativo de resultados entre encofrado modular y tradicional	83
3.5. El sistema de EM mejora los indicadores respecto a rendimiento, costo y tiempo	85
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
4.1 Discusión	87
4.1.1 Limitaciones	87
4.1.2 Interpretación comparativa	88
4.1.2 Implicancias	97
4.2 Conclusiones	98
REFERENCIAS	100
ANEXOS	104

Índice de tablas

Tabla 1 Tipo de Paneles	36
Tabla 2 Accesorios Básicos para Armado de Encofrado	37
Tabla 3 Operacionalización de Variables.....	61
Tabla 4 Rendimiento de MO en Encofrado Modular	72
Tabla 5 Rendimiento de Mano de Obra en Placas	73
Tabla 6 RMO en Columnas	74
Tabla 7 RMO en Vigas.....	75
Tabla 8 RMO en Losas.....	76
Tabla 9 CMO en EM.....	78
Tabla 10 Costo de Mando de Obra en Encofrado Tradicional	79
Tabla 11 Tiempo de Instalación en Encofrado Modular	81
Tabla 12 Tiempo de Instalación en Encofrado Tradicional	82

Índice de figuras

Figura 1 Calidad de Acabado	35
Figura 2 Piezas Básicas de Muros	37
Figura 3 Piezas Básicas de Losa	38
Figura 4 Piezas Básicas - Sistema de Seguridad	39
Figura 5 Plano de Encofrado Modular por Sectores	40
Figura 6 Proceso del Encofrado Modular “Altos V, Las Lomas del Rímac”	41
Figura 7 Fotos de Seguridad en el Proceso de Encofrado Modular	42
Figura 8 Encofrado de Muros de Dos Caras	45
Figura 9 Encofrado de Columna Típica	46
Figura 10 Encofrado de Vigas Típicas	46
Figura 11 Encofrado de Losa Aligerada y Losa Maciza	47
Figura 12 Encofrado de Escalera	47
Figura 13 Plano de Ubicación del Proyecto “Altos V, La Alameda del Rímac”	63
Figura 14 Plano de Ubicación del Proyecto "Like One"	64
Figura 15 Técnicas de Procedimiento y Análisis de Datos	67
Figura 16 Comparación de RMO en Sistemas de Encofrado	77
Figura 17 Comparación de CMO en Sistema Encofrados (S)	80
Figura 18 Comparación Tiempo de Instalación según Sistema de Encofrado (HH)	83
Figura 19 Análisis Comparativo de Resultados entre EM y ET	84

RESUMEN

El campo de la construcción ha sido objeto de constante innovación tecnológica tanto en materiales como herramientas, agilizando procesos constructivos, productivos y reduciendo costos en construcción de edificios multifamiliares, siendo la partida de encofrados la que más ha evolucionado tecnológicamente, pero que aún se ignora. En ese sentido, dicha investigación se planteó como objetivo analizar comparativamente entre el encofrado modular y encofrado tradicional respecto al rendimiento, costo y tiempo en construcción de viviendas multifamiliares en Lima, 2023. Para ello se eligió dos edificios multifamiliares uno construido con EM y el otro con ET. Metodológicamente, la investigación tiene enfoque cuantitativo, nivel correlacional, alcance descriptivo-comparativo, y diseño no experimental. Finalmente, según el análisis semanal de resultados se concluye que el encofrado modular alcanzó 42.30% hh/m² mayor RMO respecto al ET; usando EM se empleó menor horas hombre, equivalente a 408 hh (35.29%); y finalmente, se logró ahorrar S/ 10,277.5 soles semanal por concepto de MO (35.29%). Asimismo, de acuerdo al análisis general de resultados se concluyó que, el EM alcanzó 31.30% hh/m² mayor RMO que el ET; usando EM se empleó menor hh, equivalente a 9 semanas (42%); y finalmente, con ello se logró ahorrar el CMO en 37.33%.

PALABRAS CLAVES: encofrados, encofrado tradicional, encofrado modular, encofrados Forsa, vivienda multifamiliar.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años el campo de la construcción ha sido objeto de constante innovación tecnológica tanto en materiales como herramientas que han permitido agilizar procesos constructivos y productivos, y fruto de ello, la reducción de tiempos y costos de los proyectos de construcción de edificios [viviendas]; siendo la partida de encofrados la que más ha evolucionado tecnológicamente, pero que aún se ignora; es decir, se olvida que dicha partida representa un porcentaje muy significativo en el costo total de los proyectos de edificación u obra civil. Ante tal situación, las nuevas metodologías de construcción son una alternativa de solución a la problemática de la vivienda, de forma rápida y eficiente. Es decir, para contrarrestar el creciente déficit de vivienda en los países del mundo y sobre todo en los países en vías de desarrollo, es ir renovando tecnológicamente los sistemas de encofrado (Tarqui Cabana y Tejada Pare, 2023, pp. 2, 18).

Por otro lado, cabe señalar que, el déficit de viviendas es una realidad que enfrentan países de todo el mundo, hecho que ha impactado en el sector construcción e inmobiliario, obligando a buscar nuevas técnicas y procesos constructivos que faciliten su acceso y se pueda atender a las diferentes necesidades de la sociedad. Con la nueva tecnología se tendrá mejores beneficios en el área de la construcción de vivienda dejando de lado los procesos constructivos tradicionales, además, [disminuir los costos de construcción, y con ello, el acceso sea más factible tanto para las constructoras como para beneficiarios] (Luque Meneses y Morán Menéndez, 2022, p. 20).

En España, según (Cruz Fuentes, 2021), la industrialización tiene una gran ventaja sobre la construcción convencional, el tiempo. El hecho de que el plazo de ejecución de una

obra se reduzca – en promedio – de dos años a unos meses permite una dirección y gestión estratégica mucho más ágil. En dos años puede cambiar el ciclo económico, el marco normativo o fiscal, lo cual perjudicará los costos del proyecto. La industrialización ofrece un balance cercano al costo inicial y en el ciclo de vida de un edificio.

Además, desde el punto de vista de Catena (2019, citado por Cruz Fuentes, 2021) muchas constructoras ya no ven atractiva la construcción convencional, porque consideran que al final de la obra en cuanto a tiempo los precios suben y se convierten más caros. La construcción industrializada, sin embargo, en sus procesos de edificación tienen mayor estabilidad en los costes de mano de obra y disminución del tiempo que son factores determinantes en dicho sector. Esto permite cerrar precios y contratos con las fabricantes, con el consecuente doble ahorro económico y mayor tranquilidad en la entrega de los mismos (p. 42). Por eso, siguiendo ese mismo criterio, en la presente investigación se propone un criterio muy similar, usar el encofrado modular en reemplazo del encofrado tradicional, debido a las bondades que ofrece respecto a rendimiento, costo y tiempo en construcción de viviendas multifamiliares.

Asimismo, los encofrados como medios auxiliares generalmente han pasado desapercibidos en el proceso constructivo, tanto es así que, en la inmersión en fuentes documentales del pasado, apenas tienen mención o más bien inexistentes. Sin embargo, se apuesta por su estudio como una nueva vía de información sobre técnicas constructivas pasadas que forman parte de nuestro patrimonio heredado. Se pretende demostrar que el encofrado, como elemento de moldeado, contribuyó al nacimiento, desarrollo y sistematización de técnicas constructivas que a su vez permitieron el crecimiento edilicio de culturas tan importantes como la romana y la islámica (González Sánchez, 2022, p. 8).

Finalmente, según Pérez García y Janoschka (2016), una razón que originó este problema ha sido la débil trayectoria del estado español buscar unidad entre políticas de vivienda con la edificación de un estado de estar bien, lo que ha llevado a un abanico de viviendas sobredimensionado y debilitando la tasa de propiedad en vez de alquiler, además, de un déficit elevado de vivienda, superando solo el 1% del stock general. Por considerar algunos datos, España ha sido el país con mayor porcentaje con propiedad de viviendas (85%). También posee muchas viviendas por cada mil habitantes (544 frente a 438). Al mismo tiempo, es uno de los países europeos que tiene más porcentaje de vivienda multifamiliar, es decir, 65% de población vive en pisos (pp. 214 y 216). La evidencia de ello, es que en dicho país se ha utilizado la industrialización tecnológica de los encofrados, aun cuando los estudios y estado del arte sean limitados.

En Colombia, entre las tecnologías que se han mejorado en la construcción de edificaciones, y en las que se ha venido trabajando en las últimas décadas, se pueden enumerar diferentes aspectos a nivel de diseño, construcción, planeación, control, análisis de presupuestos y supervisión, en los que se ha innovado y que en la medida en que el tiempo avanza se aplican con mayor rigurosidad en las obras civiles y edificaciones. En particular, cuando se hace referencia a las formaletas/encofrados dentro de la construcción, consideradas como estructuras de apoyo con sus elementos auxiliares (cimbras, puntales, tensores y celosías). Dicho autor buscó realizar una caracterización y evaluación de los principales tipos de formaletas que se utilizan en la construcción de edificaciones de concreto en Bucaramanga y su área metropolitana, con el fin de definir ventajas y desventajas (Acelas Prada, 2022, pp. 15, 16 y 19).

En consecuencia, el diagnóstico de la realidad problemática sobre encofrado coincide con la sustentación de Botero (2006), quien dice que el conocimiento sobre encofrados ha

sido el campo menos tratado en edificaciones, ya que según la búsqueda de fuentes bibliográficas al respecto se tiene resultados desalentadores, pues los últimos años la técnica de encofrar ha variado en el medio de la construcción. Al ser una temática poco explorada, se pronostica que será limitada la información a la hora de escoger el encofrado correcto, y se tendrá limitadas asesorías que se puedan realizar con respecto a este tema de investigación, lo cual seguirá existiendo acabados inadecuados, creando más actividades de trabajo que el obrero deberá ir detallando dicha superficie (Acelas Prada, 2022, pp. 16). Ante lo expuesto, nació la motivación de buscar una nueva alternativa con la mirada puesta en mejorar dicha problemática. Es así que, la experiencia de la empresa colombiana Forsa, ofrece un nuevo paradigma de encofrado manoportable más conocido como formaletas que viene aplicándose en muchos países, especialmente en vivienda social (Acelas Prada, 2022, pp. 19-21).

Finalmente, la optimización de los procesos constructivos a través de la industrialización se ha convertido en una medida necesaria para equilibrar el déficit de la relación oferta-demanda de viviendas que ha incrementado en los últimos años e incide directamente en la economía del estado, así mismo, ha permitido ampliar las probabilidades de que los ciudadanos hagan efectivo su derecho a vivienda digna como se proclama en la Constitución Política (Lara Mejía y Watts Rodríguez, 2020, p. 12).

En República Dominicana, la construcción es considerada como uno de los sectores con mayor impacto en la economía, de ella depende todo el crecimiento y creación de las infraestructuras del país. A pesar de esto, el sistema de construcción dominicano carece de soluciones constructivas, un claro ejemplo son los sistemas de encofrados. En la mayoría de las construcciones los encofrados son realizados en madera como elemento contenedor y

estructural, este tipo de solución no cuenta con la categoría necesaria para ser un sistema óptimo, seguro, resistente y con larga vida útil (Beato de los Santos, 2018, p. 6).

La construcción se encuentra desfavorecida comparado a los sistemas constructivos de otros países más industrializados. En la actualidad los sistemas de encofrados dominicanos suponen un reto y un desafío a las deficiencias que estos poseen en cuanto a optimización, seguridad y otras características. Dichos factores son causa principal de los retrasos en obra, que significan más gastos, accidentes y riesgos laborales, no contar con la tecnología necesaria y seguir utilizando los sistemas tradicionales mantendrá desactualizado en comparación a los sistemas de encofrados de otros países (Beato de los Santos, 2018, p. 15).

En términos numérico, el sistema de encofrado tradicional dominicano tiene un rendimiento promedio de encofrado y desencofrado de $24.33 \text{ m}^2/\text{día}$, mientras que el español tiene un rendimiento medio de $97.5 \text{ m}^2/\text{día}$, es decir, el rendimiento de encofrado en España es casi cuatro veces más rápido que en la República Dominicana, lo cual significa una deficiencia significativa. Ante ello, se plantea controlar y mejorar mediante la creación de nuevas empresas dedicadas exclusivamente a los sistemas de encofrados, y que se implementen medidas y normativas adecuadas para que se pueda industrializar los encofrados (Beato de los Santos, 2018, pp. 110-111) para que de esa manera los rendimientos de mano de obra, tiempos y costos en los proyectos puedan ser más rentables y con ello aumentar la construcción de más viviendas a menores costos para cerrar la brecha de la demanda habitacional.

Perú, en los últimos años vive un desarrollo urbano constante y Lima sigue creciendo verticalmente, es decir, se viene construyendo significativa variedad de estructuras de gran

altura, entre las cuales, los proyectos de edificación son los que más predominan en el sector urbano, con edificios altos oscilando entre 91 y 200 metros (Chunga Zaña y Ramírez Tafur, 2019, p. 1). Por eso, se debe evaluar en los proyectos de edificación, qué encofrado se debe utilizar que provea eficiencia, velocidad, rendimiento, seguridad, etc.; sin embargo, hay que señalar que la elección de encofrado sigue siendo el tradicional, lo cual hace que los proyectos tarden mucho más de lo previsto, los costos se incrementen y con ello, las personas de bajos recursos económicos vean relegado el sueño de tener una vivienda digna y adecuada.

Los encofrados en el Perú son de uso temporal, además, no forman parte la estructura definitiva, más bien, son considerados de baja categoría en su contribución al resultado del elemento estructural a construir. La principal materia prima para la elaboración de los encofrados es la madera. Quienes la utilizan no toman en cuenta las normas técnicas que restringe el número de usos que tiene la madera, lo cual hace que cambie las dimensiones originales y por ende, al ser reutilizadas no se alcanza las dimensiones reales y la calidad esperada en los elementos estructurales en las edificaciones al momento de desencofrar, debido a la presencia de rajaduras, quiebres, alabeos y esponjamiento que presenta la madera después de ser usadas en varias ocasiones, por lo que afecta a la estructura debilitándolas y alterando su resistencia de diseño, generando la presencia de patologías como son la segregación y las cangrejeras (Palomino Huallpa y Rayme Condori, 2021, pp. 2-3). Además, el uso de dicho encofrado aumenta significativamente la mano de obra, los tiempos de entrega se retrasan, afectando el factor económico y, por ende, impidiendo que se construya mayor número de viviendas.

Todo ello trae como consecuencia el déficit de vivienda. Desde ese punto de vista, cabe señalar que, en Perú, en el año 2019, a nivel nacional, el 1.9% de los hogares

presentaban déficit cuantitativo de vivienda. Asimismo, en el área urbana el 2.4% de los hogares presentaban déficit cuantitativo de vivienda. Y respecto al año anterior, en el área urbana se tuvo un ligero incremento de 0.1% (INEI, 2019, p. 191), y según el ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, César Paniagua Chacón dijo que hasta el año 2022 “Se tiene 1.67 millones de hogares en el Perú que no cuentan con vivienda. De esos, dos terceras partes son viviendas precarias y el resto no tiene ni un espacio para vivir” (MVCS, 2022, p. 6). Por otro lado, Antonio Amico, presidente de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI-Perú), dijo que, hasta setiembre del 2022:

El Perú tuvo un déficit habitacional de aproximadamente 1.8 millones de unidades inmobiliarias y cada año hace falta presupuesto para generar vivienda multifamiliar y social en el país. En ese sentido, los gremios inmobiliarios conformados por la Asociación de Empresas Inmobiliarias del Perú (ASEI), la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y ADI vienen trabajando una agenda común a fin de impulsar los programas habitacionales que ofrece el Gobierno a través de Techo Propio (TP) y el Nuevo Crédito Mivivienda (NCMV). La solución para hacer frente a tanta demanda insatisfecha de vivienda y disminuir las invasiones, el Gobierno, a través del “Plan Nacional de Vivienda” se proyecta desarrollar y entregar a los niveles socioeconómicos de menores ingresos no menos de 40 mil unidades de viviendas, sin embargo, al hablar de un presupuesto de S/ 1200 millones se habla de 18 mil o 19 mil créditos hipotecarios, es decir, menos de la mitad (MVCS, 2022, p. 8).

Según Barboza Becerra (2020), Perú, socialmente tiene muchos problemas, en especial la desigualdad entre grupos de poder económico alto y los categorizados como nivel bajo que no cuentan con una vivienda digna y adecuada, es decir, sujetos que se encuentran

bajo la categoría de especial protección, a pesar que la Carta magna, considera la vivienda como un derecho para todos en el Perú, pero la realidad es adversa. Para ello, se debe hacer reformas en la que se reconozca de manera concreta el derecho a una vivienda digna, asegurando que toda la población cuente y disfrute de este derecho (pp. 15-16). Sin embargo, su aplicación en el Perú es un problema que aún no ha sido tratado para las mayorías de bajos recursos económicos. Por lo tanto, la responsabilidad del Estado es fomentar y crear condiciones sociales adecuadas para que las familias alcancen un desarrollo sostenible, siendo la vivienda un derecho que toda persona debe tener como cobijo para vivir dignamente (p. 98).

Es por ese motivo, se debe analizar el uso o aplicación del Sistema de Encofrado Modular que ofrece mejores beneficios, ya que tecnológicamente aporta eficiencia, calidad, seguridad y su empleo en la construcción de viviendas multifamiliares de gran altura será de mucho beneficio económicamente hablando, lo cual, las empresas constructoras junto a Mivivienda y Techo Propio podrán construir más viviendas y ofrecer a las familias a menores precios de lo que actualmente se oferta. De esa manera se podrá enfrentar lo que el análisis estadístico va demostrando cada año.

En Lima, según estadística poblacional 2018, IPSOS, “Lima Metropolitana representa aproximadamente el 41.2% del Perú Urbano”. Esto ha creado una demanda de vivienda significativa, razón por la cual, nace la necesidad de construir de manera rápida y eficiente como medida de solución a este álgido problema habitacional. Para ello se pretende emplear una tecnología que agilice la construcción de viviendas como es el encofrado Modular.

En esa misma línea, cabe señalar que:

El 67% de las viviendas construidas en Lima Metropolitana entre el 2009 y el 2020 se hicieron de manera informal, porcentaje que podría superar el 80% en otras regiones del país, de acuerdo con la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). Las recientes crisis provocadas por la pandemia de la COVID-19, los huaicos y lluvias intensas, así como los sismos severos, han mostrado las dramáticas consecuencias de la edificación irregular de las casas: pérdidas de patrimonio familiar y de vidas. Por ese motivo, el gremio empresarial señaló que Perú debe pasar de construir 60,000 viviendas al año a 150,000 para que pueda reducir la brecha habitacional. Para lograrlo, es necesario asignar más recursos a los programas de financiamiento habitacional; articular planes de inversión en servicios públicos; racionalizar los procedimientos técnicos y administrativos que rigen la habilitación urbana y la edificación; impulsar la innovación en los procesos constructivos para contar con casas más baratas, seguras y mejor adaptadas al cambio climático; y, finalmente, promover la seguridad en las obras (Melgarejo, 2023).

Según Rojas Acosta (2018), encontró que, acceder a la vivienda digna y adecuada forma parte de los derechos sociales. Además, esta se configura como derecho de acceso a un hogar que satisfaga las necesidades básicas de quienes la habitan y pueda adaptarse al ambiente donde vive. Es un derecho complejo, porque para que se concrete depende del reconocimiento efectivo de otros derechos, y vice versa, que estos derechos dependen del reconocimiento efectivo del derecho antes mencionado, por lo que tratarlo aisladamente no asegura la superación de la exclusión, la desigualdad y la discriminación arbitraria (p. 142-143).

Además, según Morales Tejada (2017), en su investigación dice que, el déficit de viviendas y el crecimiento urbano en Arequipa se debió a causa de inmigraciones, inexistente

plan urbano y la falta de políticas de vivienda trajeron como consecuencia la propagación de invasiones. Dando lugar al modo de urbanización un terreno informalmente, es decir, tugurización física y espacial de la población (p. 121).

Asimismo, según Castellón (2016), concluyó que, hasta el año 2013, el déficit en Bolivia llegó a más de 578,000 viviendas. Para reducir esta carencia en el acceso a la vivienda propia, el Gobierno se propuso, con el apoyo del sector privado, construir esta cantidad de unidades habitacionales en todo el país, como lo explicó el ex ministro de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, Vladimir Sánchez, que de las 600,000 viviendas que se deberán construir hasta el 2025, el 40% (235,032) debe ser ejecutado por el Estado y el 60% (352,562) por el sector privado. Asimismo, que cada unidad habitacional podría tener un costo de entre 35,000 y 40,000 dólares. En ese sentido, la Agencia Estatal de Vivienda; ha proyectado dos metas claras. La primera, hasta el año 2020 se construirán 208,300 viviendas y la segunda, en la misma línea y en el marco de la agenda Patriótica 2025, esta institución operativa estará en la capacidad de entregar 503,851 viviendas sociales en todo el país (AEVIVIENDA, 2015) (pp. 4-5).

Ahora bien, el problema que se ha identificado en Lima en el ámbito de la construcción de viviendas multifamiliares es el deficitario uso de tecnología en la partida de encofrados, porque la mayoría de constructoras siguen utilizando el encofrado tradicional, guiados por los estándares de CAPECO, con lo cual, los proyectos se retrasan en los plazos de entrega, el costo del proyecto aumenta, y por ende las viviendas tendrán un costo más elevado; asimismo, las constructoras no producirán viviendas para contrarrestar la demanda, por lo cual, la tugurización de Lima crecerá y el déficit de viviendas se incrementará cada año por muchas causas, las mismas que a continuación se destacan:

La casi inexistente política públicas del Estado en el sector vivienda, y si los hay, como son Techo Propio pero solo para Lima provincias y Lima Norte como Carabayllo 13 viviendas y en San Juan de Lurigancho 40 viviendas que se ofrece a un costo promedio de S/ 107,000.00 (MVCS, Agosto 2022, p. 34), y para el 2023, el promedio aumentó a S/ 128,400.00 soles, a las familias que cuenten con ingresos económicos mensuales no mayor de los S/ 2,700 soles y cuenten con ahorros del 10% del valor del inmueble a comprar, un equivalente de 24,000.00 soles, y, Mi Vivienda, está orientado más a la clase media y alta, es decir, a las familias que cuenten con ingresos económicos mensuales por encima de los S/ 3,700 soles y cuenten con ahorros del 10% del valor del inmueble a comprar, equivalente a 21,000.00 soles hasta 24,000.00 soles. Y los proyectos inmobiliarios que las constructoras ofrecen tienen un costo muy elevado, un departamento de 50 m² está valorizado desde S/ 217,000 a 620,000.00 soles (MVCS, agosto 2022, p. 24).

La migración de las personas del interior del país a la ciudad por distintos intereses, buscando siempre una mejor calidad de vida para sí y los suyos, como son: acceso a una educación de calidad, y los que terminan quinto de media, buscan ingreso a Institutos de Educación Superior, a universidades, acceso a salud, otros en busca de mejores puestos de trabajo, etc.; todo ello aumentado la población urbana y, por ende, el déficit de vivienda digna y adecuada también aumenta. Este problema trae como consecuencia, las invasiones y el tráfico de terrenos, las construcciones informales carentes de un estudio técnico y asesoría profesional.

Otra de las causas del problema es que las constructoras y la mayoría de maestros de obra siguen ejecutando los proyectos de construcción de vivienda con encofrados tradicionales, lo que lleva a aumentar la mano de obra, incremento de desperdicios, malos acabados, contaminación ambiental, incremento de tiempos de entrega de obra, lo cual

muchas veces conduce a crear las llamadas adendas y consecuentemente, el proyecto costará más; es decir, todo ello sucede porque no utilizan una nueva tecnología, como es el uso del sistema de encofrado modular.

Ante lo expuesto, y con el compromiso de buscar el bien común de las familias, se creyó necesario que, para hacer frente al déficit de viviendas en el Perú, se debe implantar políticas públicas de acuerdo a las necesidades de las familias a lo largo y ancho de todo el país, como lo ha hecho la República de Bolivia, es decir, trabajar de la mano con el sector privado, acercando y articulando el Estado con los gobiernos regionales y locales, destinando presupuestos justos a cada provincia, en especial a la Ciudad de Lima, considerada la más tugurizada del Perú. Para ello, se debe acabar con la corrupción, tan enquistada hoy en día en el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, que impide un adecuado uso de los recursos del Estado para las familias más desamparadas que no cuentan con una vivienda digna.

Sumado a ello, se debe promover, en la ejecución de los proyectos de construcción de viviendas (sean estos multifamiliares o unifamiliares), el uso de nuevas tecnologías, como el encofrado modular contribuyendo en la reducción del costo de mano de obra, reducción de tiempos de instalación, contar con mejores acabados y se evite la contaminación ambiental, sobre todo, se estará protegiendo los bosques (que son el pulmón de la vida de todo ser viviente) de la tala indebida e intencionada para la venta de tabla que será usada en encofrado tradicional. Solo de esta manera se podrá disminuir la desigualdad social, económica y cultural de las familias más desfavorecidas, así como, ir cerrando la brecha respecto al sistema deficitario de vivienda digna y adecuada en Lima.

Si no se logra concientizar y hacer efectivo lo que se promueve, las consecuencias serán evidentes, entre ellas, se empleará mayor número de mano de obra, y por ende la construcción tendrá un costo más elevado, impidiendo que más familias puedan acceder a una vivienda a menor costo. Por otro lado, familias de bajos recursos económicos seguirán tugurizando la ciudad; además, las invasiones y tráfico de terrenos serán incrementados, que muchas veces termina en enfrentamientos entre traficantes, y en más de una ocasión, desencadenando pérdidas de vidas humanas; asimismo, aumentará las construcciones informales, sin asesoría técnica.

Finalmente, ante todo lo expuesto, en esta investigación se busca contribuir con aportes importantes, tanto teóricos, prácticos y metodológicos, racionalizando el límite de gastos en proyectos de construcción de viviendas multifamiliares al reemplazar el encofrado tradicional por el uso del sistema modular, lo que significa disminuir el tiempo de instalación de los encofrados, aumentar el rendimiento de mano de obra, disminuir el costo de mano de obra y así rebajar el valor de departamentos, con lo cual aumente la posibilidad de que más personas o familias puedan acceder a una vivienda digna y adecuada. Además, el aporte será significativo por los argumentos sólidos acordes a los resultados obtenidos en campo que se presentaron en la presente investigación sobre la nueva tecnología y la posible solución que se pretende dar al problema antes mencionado. Los beneficiados serán las constructoras y las familias que buscan obtener una vivienda de calidad y a un costo razonable.

Antecedentes

Por otro lado, es fundamental considerar investigaciones previas que se asemejen a las variables de la presente investigación, en este caso, se ha creído conveniente desarrollar

los antecedentes internacionales, nacionales y locales, cuyos aportes y conclusiones de los mismos serán discutidos con los resultados de la investigación en curso.

En cuanto a los antecedentes internacionales tenemos a: Díaz Medrano y Abreu Pacheco (2017), en la investigación titulada *“Análisis comparativo de factibilidad entre sistema de construcción con formaletas metálicas vs método construcción de mampostería armada”*, se plantearon como objetivo: Realizar un análisis comparativo de factibilidad respecto al sistema de construcción con mampostería armada vs formaletas, tomando como referencia el proyecto La nueva barquita, cuyo fin fue conocer los criterios al momento de seleccionar el sistema más rentable. Metodológicamente, el tipo de investigación fue descriptiva, explicativa, exploratoria. Del análisis de resultados, la investigación concluyó que, el uso del sistema de formaletas metálicas para la construcción permite acelerar los procesos constructivos en comparación al sistema de mampostería, es así que, el armado de muro y losa, se evidenció la ventaja porque el vaciado de dichos elementos se realizó simultáneamente, reduciendo significativamente el tiempo de ejecución; los cronogramas de obra entre lo proyectado y ejecutado mostraron que, el método de construcción con formaletas metálicas, redujo el tiempo de ejecución a 5 meses. El uso de formaletas metálicas por su fácil armado y transporte, mejoró significativamente el rendimiento de mano de obra. Finalmente, respecto al costo de presupuesto, bajo los criterios de estudios de factibilidad mediante los cálculos del valor actual neto y de la tasa interna de retorno donde se afirma que la tasa mayor es la que representa mejor rentabilidad del proyecto, los resultados proyectados fueron de 4.294% para el método de mampostería armada y un 6.399% para formaleta armada, lo que hizo este último más fiable y rentable para la ejecución de dicho proyecto (pp. 129-130).

Correa Bravo y Correa Palaguachi (2018), en la investigación llamada ***“Estudio comparativo de los tipos de encofrado metálico y el tradicional caña guadua y madera aplicado a una edificación de 3 niveles de 450 m² de concreto armado”***, se plantearon como objetivo: Analizar técnica y económicamente el empleo del encofrado metálico y tradicional (caña guadua y madera) para la construcción de edificaciones (p. 5); en su metodología determinaron que el tipo de investigación es exploratoria, de diseño cuantitativo, y emplearon el método inductivo-deductivo (p. 36). El trabajo fue desarrollado en base al análisis de una edificación de 3 niveles de 450 m², concluyendo que, el costo total estimado en el uso del encofrado de madera ascendió a \$ 22,829.92 dólares americanos, mientras que el encofrado metálico alcanzó \$ 14,862.06 dólares americanos, cuya diferencia de costos fue de \$ 7,967.86, evidenciando que, en este tipo de construcción, el encofrado metálico es económicamente más favorable. Además, se demostró que, el tiempo de vida útil del encofrado de madera es muy corto, debido a que la madera, así como la caña guadua tiende a deformarse debido a los factores climáticos (agua, sol), mientras que el encofrado que el encofrado metálico tiene una perdurabilidad más significativa (p. 97).

Lara Mejía y Watts Rodríguez (2020) en la tesis denominada ***“Evaluación de costos y tiempos del sistema constructivo industrializado de muros de concreto considerando diferentes tipos de encofrado y altura, en la construcción de viviendas de interés social en la Región”*** planificaron como objetivo: Analizar los costos y tiempos de construcción de la estructura de dos proyectos VIS desarrollados con el sistema industrializado de muros de concreto, mediante la comparación de los costos y tiempos asociados a las diferencias de altura y sistemas de encofrado utilizados para esta actividad, con el fin de establecer la mejor alternativa técnica y económica para este tipo de obras (p, 33). La investigación fue aplicada a dos proyectos de vivienda de interés social en la cual se utilizó una metodología sencilla

en la que se empleó el método mixto cualitativo y cuantitativo, según su enfoque, fue documental y diseño no experimental (p. 38). Finalmente, se pudo concluir que, la construcción de muros de carga con formaletería manoportable (Formaletas) presentó una mejor variabilidad técnica que la construcción con formaletería tipo túnel, por permitir una fácil, rápida y dinámica operación debido a las pequeñas dimensiones de los elementos que lo constituyen, requiere de mano de obra calificada y tiene una gran versatilidad en cuanto a los materiales de los paneles que lo componen; además, este sistema disminuye los costos de operación ya que no requiere de equipos adicionales para su montaje y puede ser adaptado con facilidad a cualquier proyecto, he aquí las diferencias más relevantes frente al sistema tipo túnel. Por último, se determinó el costo por metro cuadrado de muro para cada uno de los proyectos, donde los valores encontrados fueron de \$ 119,633.18 construido con formaletas manoportable y \$ 290,740.76 construido con formaletas tipo túnel, respectivamente; en cuanto a los rendimientos, se identificó que construir con formaletas manoportable tuvo mejores rendimientos, ya que, los costos de construcción de las unidades habitacionales fueron más bajos, con un valor de \$ 12,102,092.49 y \$ 12,423,352.67 con formaletería tipo túnel, pero si bien difieren bastante en el costo por metro cuadrado, en el costo de cada unidad habitacional no distan mucho. En síntesis, se definió que el sistema de formaletas manoportable implementado en el proyecto CASO 1 fue más favorable en términos técnicos y económicos para su aplicación en la construcción de VIS con S.I. muros de carga, en comparación con el tipo túnel utilizado en CASO 2 (pp. 58-60).

Santiana Castañeda (2018), en la investigación respecto a *“Sistema constructivo utilizado encofrado Forsa para soluciones habitacionales en los terrenos de nueva Chamanga, cantón Muisne, Provincia de Esmeraldas”*, analizó el sistema constructivo utilizado encofrado Forsa aluminio en el proyecto construcción de soluciones habitacionales

en nueva Chamanga (p. 9), utilizando una metodología simple, aplicada a una vivienda tipo de 160 m², obteniendo los datos de campo necesarios para determinar rendimientos de cada proceso (pág. vi), concluyendo que, el costo para construir con formaletas fue \$ 2,300.00, mientras con encofrado de madera tradicional disminuyó a \$ 1,663.32; y el costo total de mano de obra con formaletas arrojó \$ 1180.75; mientras el tradicional \$ 4130.78, es decir, usando formaletas se ahorró 29% en mano de obra (pp. 92 - 93).

Arellano Escudero y Carvajal Aumala (2018), en la tesis *“Análisis comparativo en la construcción de La Villa Modelo “Palacio 6” en la Urbanización Villa del Rey, con el sistema FORSA en comparación con el sistema Convencional”*, se plantearon utilizar un sistema constructivo que permitiera ahorrar tiempo y dinero para construir una vivienda de 2 plantas (p. 3). Para ello, se desarrolló el proceso metodológico según las especificaciones técnicas de los sistemas de encofrado (p. 25) aplicado a la construcción de La Villa Modelo. Cuyos resultados del estudio arrojaron que, con encofrados tradicionales, el tiempo de construcción duró 29 días, mientras con Forsa 14 días, dando como resultado un tiempo de ahorro de 15 días (p. 146). En cuanto a costo, con el sistema convencional la construcción de los dos niveles generó el costo respecto a obra gris \$ 22,941.19, por el contrario, con Forsa fue \$ 19,533.07 (p. 148).

Además, en cuanto a los antecedentes nacionales tenemos a: Arapa Mamani y Maldonado López (2019), en la tesis *“Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco-2017”*, se plantearon como objetivo: Comparar la eficiencia de los encofrados metálicos con respecto al encofrado de madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017 (p. 8). La investigación es comparativa, el diseño es cuasiexperimental, transversal - correlacional (p. 89). Según el análisis de los resultados se concluyó que, el rendimiento de una cuadrilla

formada por un 1 operario y 1 oficial usando encofrado de madera en columnas fue 11,484 m²/día, mientras que, con encofrado de una cuadrilla formada por 1 oficial y 1 peón usando encofrado metálico fue 17,247 m²/día; en vigas con el primer sistema fue 9,709 m²/día, mientras que, con el segundo fue 15,513 m²/día; en losas, el rendimiento de mano de obra con encofrado de madera ascendió a 10,734 m²/día, mientras que, con el metálico arrojó 49,188 m²/día (pp. 166, 204). Por otro lado, respecto al costo entre dichos sistemas de encofrado, arrojó que 1.00 metro cuadrado de encofrado con madera el costo intermedio en columnas y vigas ascendió a 52,23 nuevos soles por m²; mientras que, con encofrado metálicos esos mismos elementos estructurales, el costo intermedio fue 23,89 nuevos soles por m²; asimismo, el costo de encofrar losas con el primer sistema fue 50,81 nuevos soles; mientras que con metálicos el costo fue 10,89 nuevos soles (pp. 177, 204). Finalmente, respecto al tiempo, encofrar 8,69 m² de columnas con madera, la cuadrilla tardó 6,07 horas, mientras que, encofrar 4,80 m² de columna, la cuadrilla tardó 2.25 horas; encofrar 3,73 m² de vigas con el primer sistema, la cuadrilla tardó 3,08 horas; mientras que, 7,77 m² de vigas con el metálico se tardó 4,01 horas; y, encofrar 17,49 m² de losa con madera se tardó 12,10 horas, mientras que, 19,14 m² de losa con el metálico se demoró 3,12 horas (p. 167).

Palomino Huallpa y Rayme Condori (2021), en la tesis *“Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019”*, se plantearon como objetivo: Determinar la eficiencia al utilizar encofrado convencional comparado con el encofrado metálico de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicado en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019 (p. 6). El método empleado fue de enfoque cuantitativo y cualitativo o mixto; la investigación es de tipo aplicada; el nivel es correlacional; el diseño

es no experimental; y la técnica aplicada fue entrevista, observación y cuestionario (pp. 45-47). Según el análisis de los resultados se llegó a concluir que, se determinó *mayor eficiencia* del encofrado metálico con respecto al encofrado convencional en los elementos estructurales (vigas y columnas) donde mejora la eficiencia del tiempo de instalación en un 97%, mejora la eficiencia del costo disminuyendo en un 89.28%. Asimismo, al utilizar los encofrados metálicos en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado, se logra un mayor *ahorro en el tiempo* con respecto a la utilización de los encofrados convencionales en columnas con una diferencia de 2 horas con 24 min y en vigas de 2 horas con 29 min; además, una diferencia de costos en columnas con un monto de 42.4 nuevos soles y en vigas de 53.13 nuevos soles; y, finalmente, se logra *la calidad* en el acabado del elemento estructural como liso con un 55% en columnas y 64% en vigas (p. 85).

Aguilar Calipuy y Chico León (2022), en la investigación sobre ***“Evaluación de Costo-Beneficio entre en Encofrado Metálico y el Tradicional en Losa Aligerada en “Construcción, Edificio Oficinas el Golf” – El Golf, Trujillo”*** se plantearon como objetivo: Determinar la relación costo – beneficio que generan los encofrados metálicos de una losa aligerada, en contrapartida con los encofrados tradicionales en “Construcción, edificio oficinas el Golf”, Trujillo (p. 3). La investigación fue cuantitativa, experimental, descriptiva comparativa, analítica (pp. 28-29). Según el análisis de los resultados se concluyó que, en términos de eficiencia para la obra, en encofrado metálico, se tiene un mayor avance de ejecución de obra en un 54.40%; el costo unitario usando encofrado metálico tuvo 17.78% más que el tradicional; con respecto al número de usos, el encofrado metálico es más eficiente que el encofrado tradicional (100 a 6 usos) y rendimientos diarios que este nos da (54.40%), pese a tener un costo inicial más elevado (17.78%), pero a través del tiempo por su reutilización, el encofrado metálico es una mejor opción que el encofrado tradicional; en

relación al aspecto ambiental, el encofrado metálico tiene ventaja principal de que su materia prima no es un factor contaminante a comparación de la materia prima del encofrado tradicional, cuya extracción tiene consecuencias negativas para la salud y el ecosistema, dado que los árboles son los pulmones del mundo y deforestación a través del tiempo ha ido en aumento; y, finalmente, en el aspecto de la seguridad, la ejecución del encofrado metálico conlleva menos riesgos al personal de obra que el de un encofrado tradicional, conforme a las opiniones y experiencias en obra obtenidos por profesionales a lo largo de su trayectoria (pp. 92-93).

Finalmente, en cuanto a los antecedentes locales tenemos lo siguiente: Guerra Rivera (2021), en su tesis *“Evaluación del costo y eficiencia en el empleo del encofrado metálico autofabricado y el de aluminio Forsa en conjuntos residenciales MDL del distrito de Comas, Lima 2019”*, se planteó como objetivo: Determinar las diferencias de costo y eficiencia entre el encofrado metálico autofabricado y el de aluminio FORSA en la construcción de conjuntos residenciales MDL del distrito de Comas, Lima 2019 (p.25). El tipo de investigación es cuantitativa descriptiva – comparativa (p. 27). Según el análisis de resultados se determinó que la adquisición del encofrado de aluminio representa 33% más que el encofrado metálico. Por lo tanto, invertir en el sistema de encofrado metálico o de aluminio será rentable para proyectos de conjuntos residenciales al requerir de gran cantidad de usos y su determinación dependerá de la magnitud del proyecto. Por otro lado, la eficiencia de los encofrados en cuanto al análisis de la vida útil demostró que, el encofrado de aluminio obtendría 65% más usos que el metálico. Además, las ratios de productividad para el encofrado de aluminio mejoraron notablemente de 0.39 a 0.34 hh/m² en 3 años. De esta forma, se logró una reducción de más de 1400 hh para la partida de encofrado en el último edificio. Sin embargo, el encofrado metálico se mantuvo en un estándar de 0.40 hh/m²

durante toda su vida útil. Por consiguiente, si el avance promedio es de 513 m², se tendrá 10 hh menos por cada sector (600 hh por edificación). En conclusión, el encofrado de aluminio es más eficiente y productivo que el encofrado metálico (pp. 133 - 134).

Castañeda y López (2015), en la investigación ***“Análisis comparativo entre sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social – caso: condominio ciudad verde – Puente Piedra – Lima”***, se plantearon como objetivo: Comparar la eficiencia entre el sistema encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social en el Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima, para elegir el encofrado más eficiente (p. 2). El tipo de investigación utilizada fue cuantitativa – comparativa – retrospectiva; el diseño fue no experimental, transversal – descriptivo (pp. 42-43). En el análisis de resultados de la investigación se demostró que la eficiencia del sistema de encofrado de aluminio fue mayor al encofrado metálico; *en costo*, se ahorró 6%, *en tiempo* se adelantó la entrega de obra gris en 12% en el cronograma de vaciados y en calidad. Además, el rendimiento de mano de obra en los encofrados de aluminio fue 29% más que los encofrados metálicos; en cuanto a costo, los encofrados metálicos son 30% más caros que los encofrados de aluminio, debido a que estos últimos son modulados, lo cual permite el alquiler de los paneles exactos para cada módulo de vivienda (pp. 68-69).

Briceño Huamaní (2017), en la tesis sobre ***“Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra – condominio Real Carabayllo en el 2016”***, establecieron que la aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares aumentará la productividad en obra – “Condominio Real Carabayllo”. La investigación fue aplicada, diseño no experimental; técnica, la observación; e instrumento, la ficha de recopilación de datos. De acuerdo al análisis de los resultados se concluyó que, los costos de encofrados modulares en viviendas multifamiliares mejoraron la productividad de la obra

“Condominio Real Carabaylo” en el 2016. Además, el tiempo de instalación de los encofrados modulares en viviendas multifamiliares contribuyó en la productividad, en cada módulo, los encofrados de madera en muros y losas utilizaron 520 horas hombre (100%), frente a los modulares metálicos requirieron 304 horas hombre (58.46%), es decir, con los modulares se redujeron los tiempos de instalación en un 41.54%. Finalmente, se demostró que la aplicación de los encofrados modulares benefició e incrementó el rendimiento medido en m^2 . En donde los encofrados de madera en muros tenían un rendimiento de $40 m^2/día$, mientras los modulares $70 m^2/día$. Y en las losas, los encofrados de madera tenían un rendimiento de $50 m^2/día$, comparado con los modulares $75 m^2/día$. Haciendo que esta actividad en los módulos con encofrados modulares se concluyera en 5 días frente a encofrados tradicionales o convencionales (madera) lo realizó en 8.5 días (pp. 53-54).

Bases Teorías

Como bases teóricas que se ha planteado desarrollar en la presente investigación está orientado a desarrollar en torno a las variables planteadas. En ese sentido, en primer término, es menester resaltar respecto al sistema de encofrado, que el desarrollo de la investigación va a girar en torno a las dos variables de estudio, las mismas que son; encofrado modular y encofrado tradicional, que a continuación se detalla.

Para el fundamento de la base teórica respecto al sistema modular se ha considerado el Manual de Sistema de Encofrados Modulares FORSA:

FORSA es una empresa colombiana bien cimentada sobre bases de excelencia, innovación, tecnología y economía. Desde 1995 ofrece las mejores garantías de calidad, con soluciones prácticas y eficientes, acordes con las múltiples y cambiantes necesidades de los constructores. El éxito de la empresa radica en su más profundo

compromiso: la gestión con base en la lealtad, un estilo gerencial que desarrolla sólidas asociaciones con los clientes, empleados y accionistas.

La lealtad, motivación, aprendizaje, valores compartidos, armonización de intereses, son elementos esenciales en FORSA. Cada miembro de la empresa se esfuerza por mejorar la eficiencia del producto que se fabrica, pensando en todo momento como aumentar la productividad de sus clientes.

FORSA ofrece un completo sistema integrado, conformado por diferentes tipos de paneles, herramientas, accesorios, asesoría técnica y seguimiento constante hasta el final de su obra para satisfacer sus necesidades. Con FORSA, se multiplica la productividad, se aumenta el número de viviendas construidas al mes y se reduce la mano de obra considerablemente (Catálogo Técnico Sistema FORSA, s/a, pág. 2)

Encofrado modular

Está formado por elementos bajo normas de prefabricación, el uso de este es fundamental en obras de gran magnitud diseñadas de forma simétrica que se puede repetir en todos los niveles como, los edificios construidos por departamentos. Dicho encofrado permite bajar el costo de ejecución, por ser versátil; así como adoptarse a diferentes formas, es sencillo manejar en la obra y son reutilizables (Martínez et al., 2019, p. 3).

El encofrado monolítico manoportables sea cual sea el material tiene beneficios significativos, en primer término, un juego de molde se adapta a cualquier tipo de proyecto, es decir, es altamente versátil (viviendas, edificios, bodegas, penitenciarías, etc.) lo que permite un mayor ahorro de tiempo y costo de la obra, y el nivel de acabados sobre superficie de concreto es muy bueno, el acabado puede ser liso o con textura, como se observa en la figura 1 . Además, ofrece entre 500 y más de 1500 reúsos dependiendo de su material y

mantenimiento. También, permite construir una [o dos] unidad(es) de vivienda por día, bajando considerablemente los costos directos e indirectos de la obra (Botero Larrañaga, 2022, p. 8-9).

Figura 1

Calidad de Acabado



Tipos de paneles

Panel de muro. Su nomenclatura es FM. El tamaño máximo es 60 cm de ancho, con altura hasta de 2.40 cm.

Panel de losa. Su nomenclatura es FL. Su tamaño máximo es de 80 cm x 120 cm.

La unión muro losa. Su nomenclatura es EQL. Sirve de conector entre el panel y la losa. Tiene diferentes alturas: la tipo cuchilla con 7 mm de altura, y las de 5, 10, 20 y 30 cm.

Otros tipos. Capas – CP; Esquineros -EQM; y, Tapamuros para puertas y ventanas: TPV – TPH.

Tabla 1

Tipo de Paneles

Tipos de paneles			
El panel de muro	Panel de losa	La unión muro losa	Otros tipos
			

Nota. Esta tabla muestra los tipos de paneles que se utiliza en el encofrado de viviendas con el sistema modular. Tomado de Botero Larrañaga (2022, p. 31).

Accesorios básicos

Accesorios de sujeción: Utilizados para unir los paneles entre sí. Tenemos los básicos: Pin flecha - Grapa Candado; Pin (corto, mediano, largo) – Pin grapa – las cuñas y las corbatas.

Accesorios de alineación: Utilizados para alinear correctamente cada muro y son: Porta alineadores, tensor de muro, tensores de puertas y ventanas, y, alineador de Cap con cuerda de vida.

Kit de herramientas: Vienen las herramientas especialmente diseñadas para el armado y el desencofre para ser utilizadas durante el proceso y evitar golpear el encofrado con martillos y barras que le ocasionan un rápido deterioro (Ver tabla 2). Estos son:

- Sacapaneles
- Sacacorbatas

- Barreta niveladora

Tabla 2

Accesorios Básicos para Armado de Encofrado

Accesorios		
Accesorios de sujeción:	Accesorios de alineación:	de Kit de herramientas
		<p>- Sacacorbatas - Barreta Niveladora</p> 

Nota. Esta tabla muestra los tipos de accesorios más importantes que se utiliza en el armado de encofrado de viviendas con el sistema modular. Tomado de Botero Larrañaga (2022, p. 32)

Figura 2

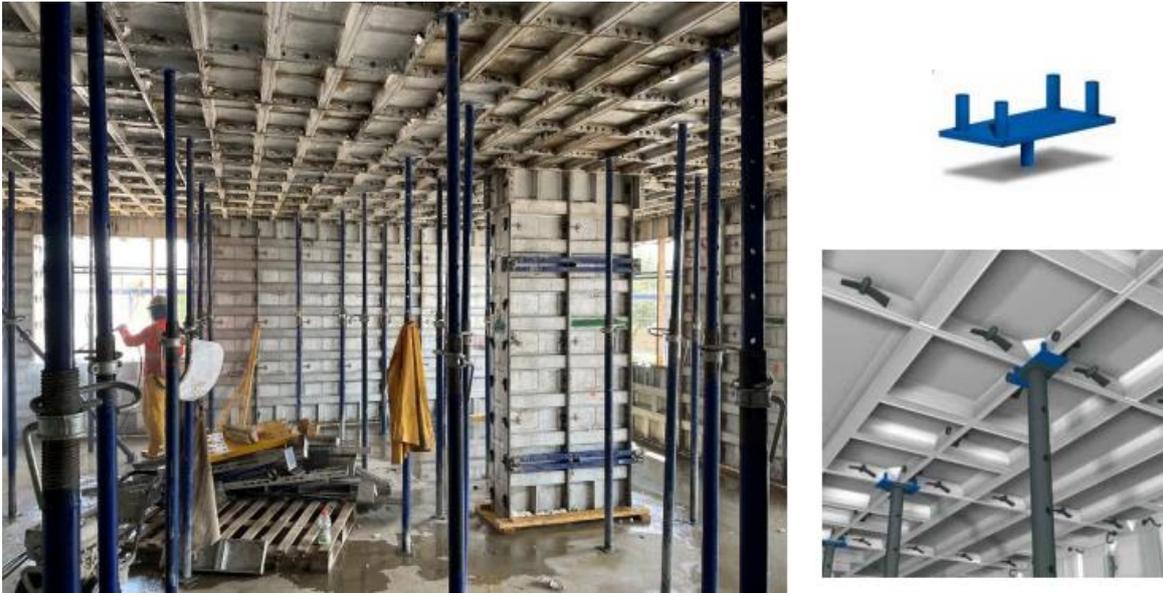
Piezas Básicas de Muros



Nota. Estas figuras son las piezas que se utiliza en el armado de encofrado de muros con el sistema modular. Fuente: Botero Larrañaga (2022, p. 33).

Figura 3

Piezas Básicas de Losa

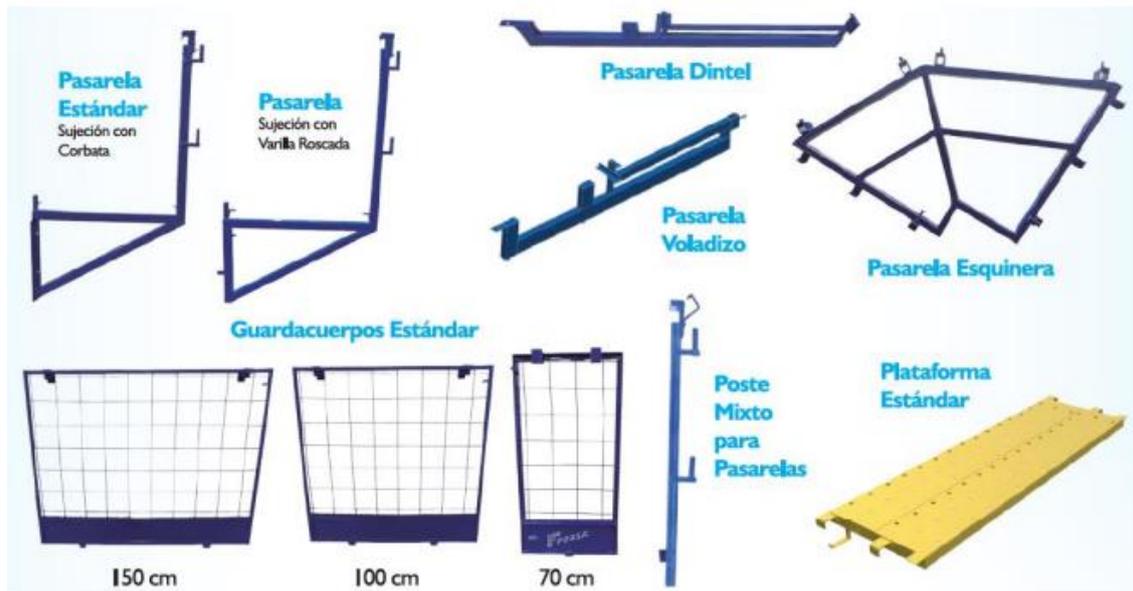


Nota. Estas piezas se utilizan en el armado de encofrado de losas con el sistema modular.

Fuente: Botero Larrañaga (2022, p. 35)

Figura 4

Piezas Básicas - Sistema de Seguridad



Nota. Son piezas básicas que dan seguridad al sistema de armado con el encofrado modular.

Fuente: Botero Larrañaga (2022, p. 37).

Forsa

El sistema de encofrado monolítico es recomendado para obras donde se tiene más de 140 vaciados, o para proyectos donde pueda reutilizarse los equipos durante toda su vida útil (1500 usos dependiendo del uso en obra), ya que el porcentaje de adaptabilidad a distintas arquitecturas es muy alto. Esta solución se orienta a obras que permitan utilizar el encofrado repetidamente, industrializando el proceso constructivo en la mayor medida posible. El sistema tiene mucha flexibilidad con los detalles arquitectónicos, alturas de las obras, y tipo de proyecto sea multifamiliares y unifamiliares. Por otro lado, el sistema FORSA, cuenta con variedad de sistemas de seguridad, que varía de acuerdo con los requerimientos de cada obra (Optimiza Contratistas, 2020).

En ese sentido, para el análisis de resultados de la presente investigación se ha considerado una obra que tiene las características expuestas con anterioridad. La obra en proceso de construcción tiene la denominación siguiente: “Altos V, Las Lomas del Rímac”. En este caso se presenta un plano del encofrado distribuido por sectores, los mismos que cuentan las siguientes áreas: Sector 1=376.23 m²; sector 2=315.44 m²; sector 3=286.02 m²; y, finalmente, el sector 4=338.41 m², como se puede observar en la figura 5.

Figura 5

Plano de Encofrado Modular por Sectores



Nota. Fuente: fue tomado del proyecto Altos V, Las Lomas del Rímac (INMOBILIARIA BESCO).

En la figura 6, se muestra el proceso de encofrado modular de la obra “Altos V, Las Lomas del Rímac”. Cada sector del proyecto está dividido en 2 departamentos. El que se observa corresponde al sector 1.

Figura 6

Proceso del Encofrado Modular “Altos V, Las Lomas del Rímac”



Nota. Fuente: fue tomado del proyecto Altos V, Las Lomas del Rímac (INMOBILIARIA BESCO)

Seguridad en el proceso de encofrado

En este caso se ha planificado y establecido los parámetros necesarios para el trabajo de encofrado y desencofrado de muros y techo, como se puede observar en el panel fotográfico, figura N° 7.

Figura 7

Fotos de Seguridad en el Proceso de Encofrado Modular



Nota. Panel fotográfico del encofrado modular que muestra el nivel de seguridad en el encofrado. Fuente: tomado del proyecto Altos V, Las Lomas del Rímac (INMOBILIRIA BESCO).

Encofrados tradicionales

Para el encofrado tradicional se ha considerado como base teórica el Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.060 – 2020:

Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos estructurales según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones. Además, deberán ser suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero, deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma. Asimismo, los encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen a las estructuras previamente construidas. Finalmente, el diseño de los encofrados debe tomar en cuenta lo siguiente: la velocidad y los métodos de colocación del concreto; todas las cargas de construcción, incluido las de impacto; los requisitos, domos, concreto arquitectónico u otro tipo de elementos. (R.N.E., 2020, pág. 48)

Encofrado tradicional

Según (Beato de los Santos, 2018, p. 19), la construcción está vinculada al ser humano desde sus principios en la historia y esto se debe a la necesidad que cada individuo tiene de satisfacer sus necesidades básicas. Por otra parte, no hay duda de que la construcción va evolucionando a medida que va pasando el tiempo, dependiendo del entorno en que se encuentre y de las necesidades. Los seres humanos han vivido en cuevas, construcciones de piedra, tierra, madera hasta llegar a las de hoy en día como el hormigón y el acero. Cada una de estas soluciones constructivas fueron evolucionando con el pasado del tiempo.

Según habla **Oscar Ripollés** en su informe *“Construcción II: La evolución de los encofrados”*, acerca de la historia de este tipo de sistema constructivo, se encuentra dividida en tres grandes partes tales como la época romana y medieval, la época moderna y la época contemporánea.

En la época medieval, los romanos fueron los primeros en emplear el hormigón en masa como sistema constructivo. Esto le ayudó a construir sus primeras estructuras de bóvedas, cúpulas y arcos. La estructura hecha por los romanos más significativa es la cúpula del Panteón de Roma. Este es el momento donde surge el sistema de encofrado como una solución para crear dichas estructuras de esta materialidad. Estos encofrados eran de carácter temporal con forma de la estructura para la cual sería destinado.

Teóricamente, el encofrado tradicional es un sistema que está formado por piezas de madera que resisten el peso y la presión lateral del concreto y de todas las cargas; además, permite asegurar que las dimensiones de los elementos no se deformen y, por tanto, permita dar estabilidad Manual de Construcción (Acosta Jiménez, 2012, p. 21). Se fabrican exclusivamente de madera. Es versátil para la creación de estructuras, se puede utilizar en grandes obras, sin embargo, es recomendable para obras mediana o pequeñas porque para implementarse se necesita mayor tiempo que los modulares.

Según (Peñaranda Meneses, 2021), la calidad en los encofrados depende principalmente de la correcta colocación de las piezas en este sistema. Los elementos principales para este tipo de encofrado son:

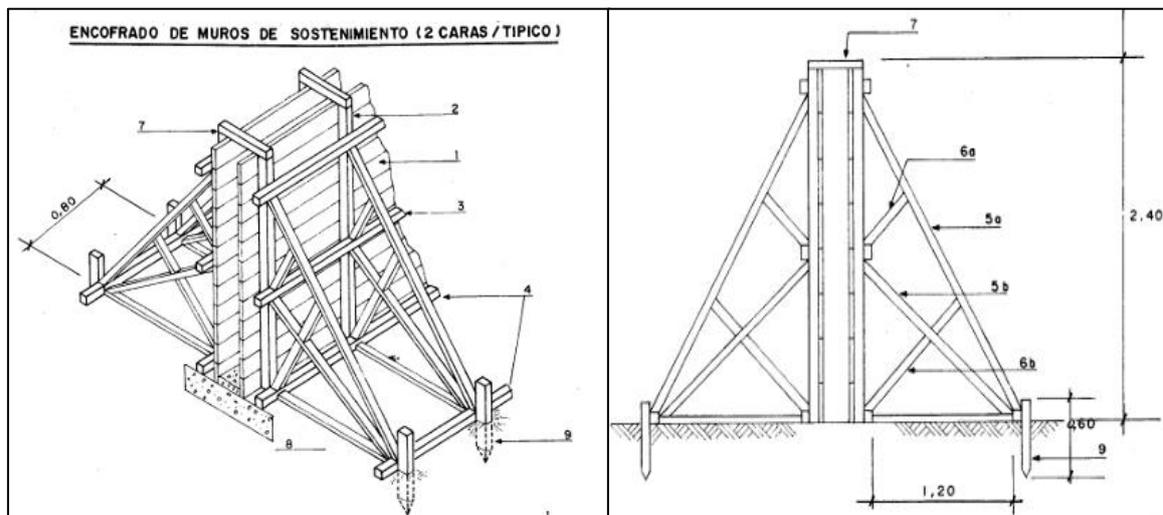
- ✓ Elementos de molde: Maderas que tendrán contacto con el hormigón, generalmente tablonos de uso común.
- ✓ Elementos de refuerzo: Piezas de madera que soportan el molde.

- ✓ Chapetas: unen y refuerzan laterales del elemento de molde.
- ✓ Diagonales: Piezas de madera que aseguran las diferentes partes del encofrado.

De acuerdo con la medición correcta de las piezas para la construcción del encofrado, depende en gran medida la reutilización que pueda tenerse y el correcto funcionamiento del mismo. Existen cortes longitudinales, transversales y diagonales, que servirán para brindar piezas exactas y con esto una mejor terminación del hormigón. Las piezas que se utilizan en el encofrado tradicional son presentadas en el proceso de encofrado de los elementos verticales y horizontales, como se puede observar en las figuras N° 8 al N°12, respectivamente.

Figura 8

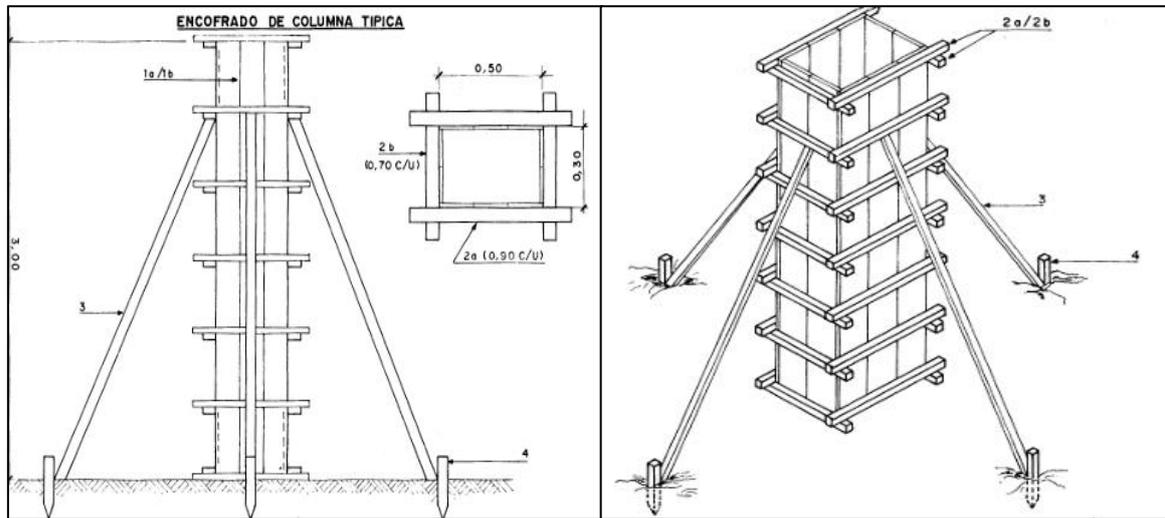
Encofrado de Muros de Dos Caras



Nota. Fuente: fue tomado de CAPECO (2019, p. 31)

Figura 9

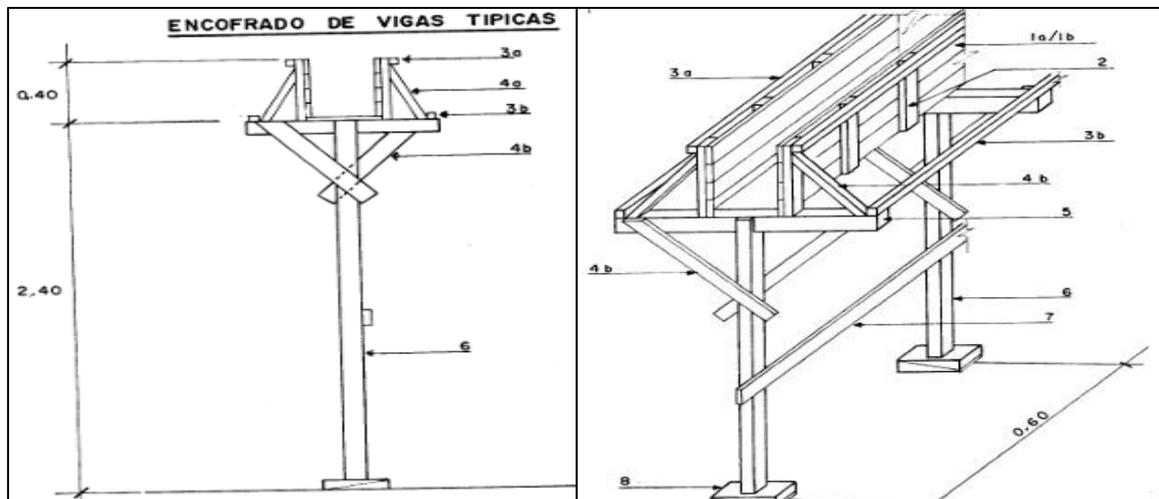
Encofrado de Columna Típica



Nota. Fuente: fue tomado de CAPECO (2019, p. 38)

Figura 10

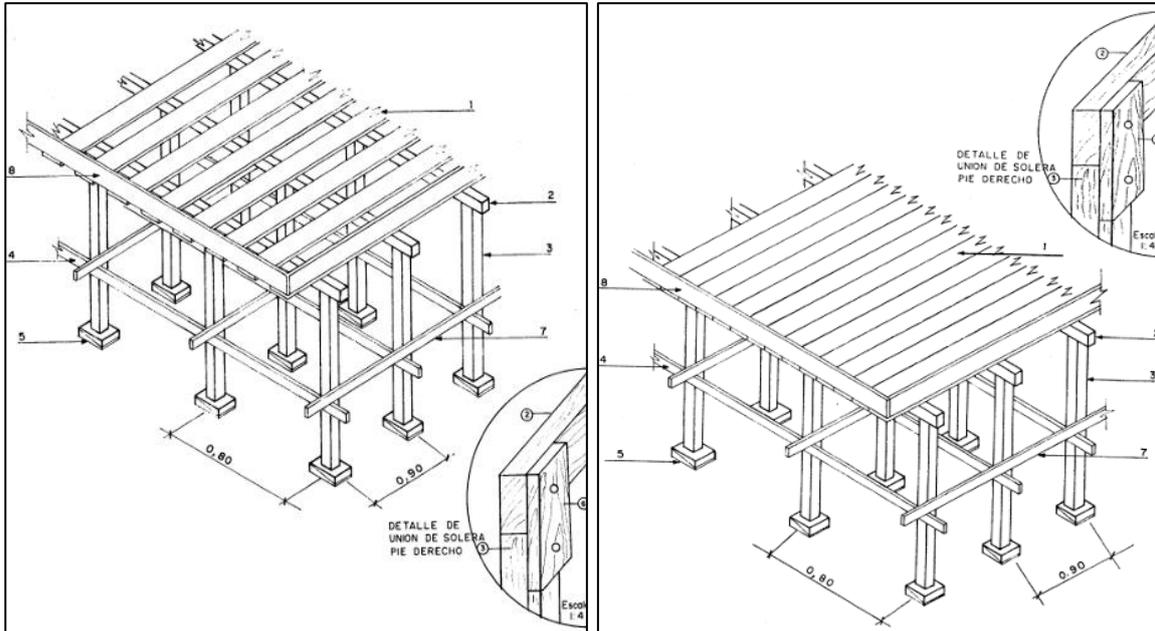
Encofrado de Vigas Típicas



Nota. Fuente: fue tomado de CAPECO (2019, p. 41)

Figura 11

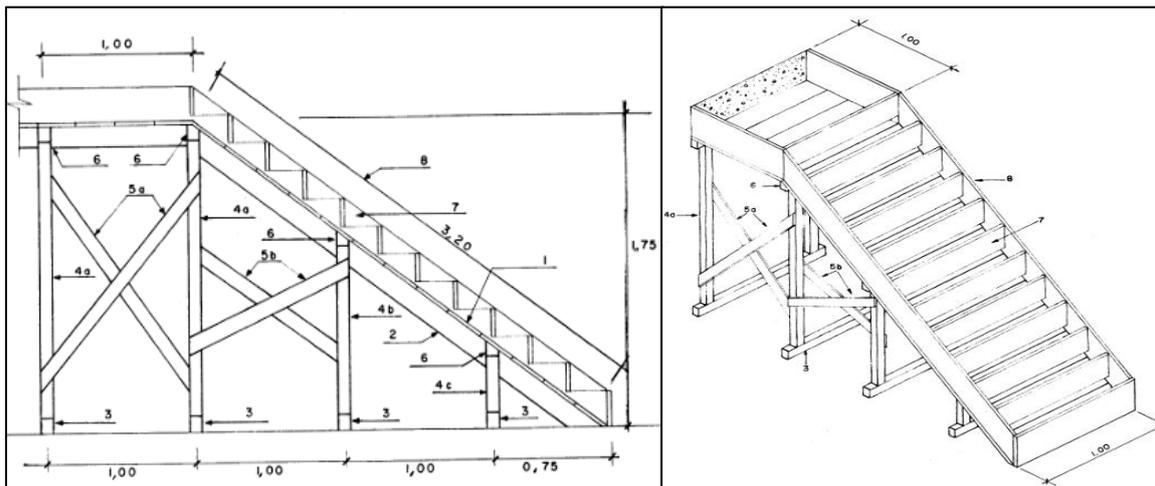
Encofrado de Losa Aligerada y Losa Maciza



Nota. Fuente: CAPECO (2019, pp. 46-47)

Figura 12

Encofrado de Escalera



Nota. Ha sido tomado de CAPECO (2019, p. 49, 51)

Tiempo de instalación

El tiempo es la medida del trabajo, es decir, cuánto tiempo emplea una cuadrilla en ejecutar una tarea, expresada en términos de rendimiento, referido a una cuadrilla calificada de trabajo y a un alcance definido. El tiempo se puede medir mediante *observaciones directas: discontinua—aleatorias* (muestreos de trabajo o usando el cronómetro; *Tiempos predeterminados*, es decir, *indirecta*: tiempos estandarizados para actividades básicas, efectuada según norma establecida u organismo como CAPECO. Para ello, primero se debe determinar rendimientos con los cuales se podrá definir tiempos de desempeño tipo o referencia, para realizar el control del plan y mejorarlo (Mejía Aguilar y Hernández C., 2007, pp. 48-49).

Innovación tecnológica

Según Ghio Castillo (1998, citado por Paye Anco et al., 2014, p. 6) dice que todo proceso constructivo innovador está estrechamente relacionado con la tecnología; teniendo en cuenta que el nivel donde se aplique estará sujeto a muchos factores, entre ellos, la mejora de calidad en la obra, reducción de tiempo y costos de construcción, haya mejoras en la eficiencia, etc., dichos factores serán los que determinen el nivel óptimo de la innovación.

Definiciones conceptuales:

Encofrado

Un encofrado es un sistema de moldes que se usa para dar forma al concreto mientras fragua. Los encofrados pueden ser temporales (se retiran una vez que el concreto ha fraguado) o llegar a ser parte integral de la construcción. Si bien es cierto que existen varios tipos de encofrados y clasificación, en esta investigación se tratará de dos de ellos, como son encofrado tradicional (madera) y encofrado modular (aluminio) (Martínez et al., 2019, p. 3).

Sistema de moldaje

Es definido como un conjunto de elementos dispuestos de tal forma que cumplen con la función de moldear el concreto fresco a la forma y tamaño especificado, controlando su posición y alineamiento dentro de las tolerancias exigidas. Además, es una estructura temporal que soporta la carga propia del concreto fresco y de las sobrecargas de personas, equipos y otros elementos que se especifiquen (Bofill y Construcción, 2014, p. 6)

Moldaje manoportable

Se llama a los moldajes de muros, vigas, pilares o losas que se montan, descimbran y transportan a mano, sin necesidad de equipos. Los moldajes se componen de elementos livianos y se arman y desarman completamente en cada uso. En ningún momento, el moldaje excede los límites de carga máxima definidos en la ley (Bofill y Cámara Chilena de Construcción, 2014, p. 14).

Moldes

Los moldajes son una estructura temporal destinada a sostener a la estructura definitiva y a ser retirada una vez que tal estructura haya alcanzado una resistencia adecuada. Son construcciones de muy variadas formas y materiales, destinados a servir de moldes y a contener el hormigón durante su proceso de fraguado, contribuyendo a retener el agua para la hidratación del concreto (De Solminihac T. y Thenoux Z., 2011, p. 388). Estos moldes son más conocidos comúnmente como encofrados.

Formaleta

Es un sistema industrializado modular ya sea de metal o aluminio, sirve para moldeado del concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas que

proporcionan uniformidad en superficies a la vista y seguridad de concretos estructurales (Castañeda Ortega y López Povich, 2015, pág. 38). También es definida como una pieza rectangular que se une con otras para formar los moldes para el vaciado del concreto. Aunque hay muchas más piezas (esquineros, herrajes variados, entre otros), la complejidad del diseño del encofrado radica en cómo se disponen las formaletas y los pillers de ajuste para crear el molde de una estructura en concreto (Martínez, Díaz y Duque, 2019, p. 3).

Tiempo

El tiempo es un factor fundamental en la planeación de proyectos en la constructivos porque permite la distribución adecuada y la organización controlada de los procedimientos que serán parte integral en el proceso de ejecución, además, mediante programas especializados es posible determinar fechas aproximadas de iniciación y finalización de cada etapa, pero, sobre todo, de la duración total de la obra (Lara y Watts, 2020, p. 23).

Rendimiento

“Es una medición de la cantidad de recursos que se invierte en la obtención de una unidad de obra” (Salazar Cerdas, 2016, p. 8).

Mano de obra

Es una partida de toda construcción, establecida por mano obrera como son operario, oficial y peón (Salinas Sarmiento, 2015, p. 15).

Presupuesto

Ha sido definido como la determinación del valor de una obra según criterios como partidas detalladas por códigos, los metrados, costos unitarios, porcentajes de gastos generales, utilidades e I.G.V. (Salinas Sarmiento, 2015, p. 45).

Procedimiento constructivo

El diccionario lo define como método de ejecutar algunas cosas. Así pues, podemos entender el procedimiento constructivo como conjunto de técnicas que se utilizan para edificar cualquiera de las unidades que constituyen los sistemas constructivos. En este caso, es un concepto relacionado con la técnica de construir en cada caso y que, por tanto, pueden evolucionar con el tiempo, y permiten avanzar en la innovación y la mejora de los edificios y su proceso de construcción (Monjo Carrió, 2005, 38).

Industrialización de la construcción

“Es un concepto complejo, se define como posibilidad de aplicar determinados sistemas (Métodos) de producción industrial al proceso constructivo, entendiendo como camino de producción que va desde la concepción y proyecto del edificio, hasta su ejecución y mantenimiento” (Monjo Carrió, 2005, p. 38).

Déficit cuantitativo de vivienda

El déficit cuantitativo se refiere al número de viviendas que se requieren para satisfacer las necesidades de las familias en dos situaciones: cuando no cuentan con una, o cuando la que tienen no cubre los requerimientos mínimos de protección y desarrollo para sus habitantes. El déficit cualitativo describe a las viviendas que carecen de las cualidades para ser consideradas dignas y adecuadas (decorosas) (Kunz-Bolaños y Romero-Vadillo, 2008, pp. 418 y 424).

En esa misma línea, el Fondo MIVIVIENDA (2018, p. 10) define el déficit habitacional como el estado de carencia o insatisfacción de necesidades de refugio y alojamiento de los hogares de un determinado territorio. Entonces, para satisfacer las necesidades de vivienda de un determinado hogar, se deben considerar dos aspectos: el

acceso a una vivienda y la calidad de la misma, en términos de disponibilidad de servicios, satisfacción de necesidades básicas, autonomía, etc.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál de los sistemas de encofrado modular y tradicional mejora los indicadores en la construcción de viviendas multifamiliares respecto a rendimiento, costo y tiempo en Lima 2023?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la diferencia que existe entre el encofrado modular frente a encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima, respecto al rendimiento de mano de obra?

¿Qué diferencia existe entre el encofrado modular frente a encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima, respecto al costo de mano de obra?

¿Cuál es la diferencia que existe entre el encofrado modular y encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima, respecto al tiempo de instalación del encofrado?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar comparativamente entre el encofrado modular y encofrado tradicional respecto a rendimiento, costo y tiempo en construcción de viviendas multifamiliares en Lima 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

Comparar el rendimiento de mano de obra entre el encofrado modular frente al encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima.

Comparar el costo de mano de obra entre el encofrado modular frente al encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima.

Comparar el tiempo de instalación del encofrado entre el encofrado modular y el encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El uso del encofrado modular mejora los indicadores en comparación al encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares, respecto a rendimiento, costo y tiempo en Lima 2023.

1.5. Justificación

General

Se justifica desde la perspectiva del avance de la tecnología, ya que en los últimos años esta, ha ido creciendo a pasos agigantados. Sin embargo, respecto al sistema de encofrado, el desarrollo tecnológico ha sido lento. Se tiene constancia del uso del sistema de encofrados desde hace más de un milenio, pero no ha sido hasta la edad moderna, con las crecientes necesidades y la aparición de nuevos materiales y sistemas de fabricación, que ha sido posible dar lugar a nuevos conceptos y métodos con encofrados (Herrera Navarro et al., 2014, p. 2). En ese sentido, la presente investigación tiene el propósito de mostrar conocimientos complementarios sobre el uso del sistema modular de encofrados, con la

finalidad de dar respuesta y posible solución al problema planteado. De ahí, beneficiar a quienes están involucrados en construir viviendas y futuros investigadores que quieran incrementar su conocimiento.

Teórica

Esta investigación tiene relevancia porque valida la teoría del uso del encofrado modular en reemplazo del tradicional para mejorar los indicadores de rendimiento, costo y tiempo en la construcción de viviendas multifamiliares. Con el uso del sistema modular de encofrados se busca que los ingenieros civiles, maestras de construcción y quienes se involucren en el tema, tengan herramientas reflexivas sobre el beneficio que generará esta nueva tecnología en futuros años, es decir, la información que se presenta en este trabajo servirá para contrastar otros conocimientos ya existentes o que vendrán a posteriori. Finalmente, se presenta argumentos sólidos respecto a las variables en estudio, sistema modular de encofrados y encofrados tradicionales.

Práctica

Los hallazgos de la presente investigación permitieron determinar la diferencia significativa entre las variables de estudio respecto a los indicadores de rendimiento, costo y tiempo en la construcción de viviendas multifamiliares. Los instrumentos empleados ayudaron a resolver el problema identificado con solvencia argumentativa sobre el uso del sistema modular de encofrados en vez de encofrados tradicionales en construir viviendas. Es decir, el uso de dicho sistema ayuda disminuir los costos del proyecto, disminuir los tiempos de entrega de obra y aumento del rendimiento de mano de obra. Profesionalmente, es importante porque ayudará a incrementar el conocimiento de una nueva tecnología, y promoverla no solo a nivel local, sino a nivel nacional e internacional, ya que existe muy

pocas investigaciones de profesionales que ayuden a crear nuevos estándares de rendimientos de mano de obra. Finalmente, en el campo de la construcción ayudará a modificar o reemplazar las prácticas tradicionales por tecnologías modernas, acorde al avance y creciente mundo de la construcción.

Metodológica

Dicha investigación ofrece dos instrumentos que convalidaron el análisis de los resultados de las variables, como son el Circuito fiel y la ficha de trabajo de campo. El método que se utilizó fue el cuantitativo, ya que se buscó medir los resultados a través de números y porcentajes, para determinar los tiempos de instalación de cada sistema, rendimiento de mano de obra, y el costo de los proyectos materia del presente estudio, hacer el seguimiento y evaluación a través del llamado CIRCUITO FIEL. Este es un método importante en el proceso y control de la mano de obra.

1.6. Limitaciones

Está limitado al estudio comparativo entre el sistema modular de encofrado y encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares, y enfocado básicamente a dos edificios multifamiliares de 18 pisos respectivamente.

Entre otras limitaciones identificadas se encuentra un bajísimo nivel de estudio sobre las bondades de los encofrados modulares, es decir, no existe revistas indexadas, libros ni artículos científicos sobre dicho sistema, a pesar que, hace muchos años en muchos países del mundo se viene construyendo con este tipo de tecnología y varias empresas en el Perú proveen de la misma.

Además, otra limitación ha sido el acceso a los proyectos de construcción de vivienda multifamiliar, por la burocracia que existe en el sector construcción, sumado a ello, la

negativa de las empresas constructoras a que se publique datos numéricos o información con detalles del proceso constructivo de los proyectos.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativo ya que los resultados fueron evaluados y medidos en términos numéricos y/o porcentuales, determinando qué sistema de encofrado fue más rentable económicamente, cuál determinó el mejor rendimiento de mano de obra y qué sistema empleó menor tiempo de instalación del encofrado, pues, según (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2020, p. 6), este enfoque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

2.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es correlacional, ya que tiene como objetivo identificar la relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en una misma muestra o contexto en particular. Como la investigación tiene dos variables se considera que es bivariado. También tiene un valor explicativo, aunque parcial, debido a que el hecho que se conozca la relación que existe entre dos o más conceptos ya brinda una información explicativa (Salgado-Lévano, 2018, p. 62). Desde ese punto de vista, la presente investigación es correlacional porque los resultados de la investigación serán analizados y contrastados con la finalidad de determinar las diferencias que existe entre las dos variables, es decir, encofrado modular y encofrado tradicional respecto al rendimiento de mano de obra, costo de mano de obra en el proceso de construcción, y el tiempo de instalación de encofrados en construcción de viviendas multifamiliares en Lima 2023.

2.3. Alcance de la investigación

El alcance de la presente investigación es descriptiva-comparativa. Descriptiva porque se va a describir la realidad de los fenómenos existentes, es decir, resaltar los conocimientos científicos que ya existe, pero a su vez se buscará seguir conociendo el hecho, como dice Hernández Sampieri et al., (2010, p. 80) la investigación descriptiva “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población”, en esa misma línea, (Salgado-Lévano, 2018, p. 62), dice que, según su finalidad, el alcance de una investigación descriptiva “se centra en especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se pretende estudiar”.

Comparativa porque su objetivo es comparar dos o más grupos o circunstancias en una o varias características, ya sean físicas, psicológicas o sociales. Su base fundamental es la descripción detallada y análisis de cada uno de los grupos para posteriormente establecer los elementos afines o divergentes entre estos, los rasgos por los que puede considerarse que existen equivalencias, así como diferencias evidentes. La investigación comparativa puede ser cualitativa o cuantitativa, de acuerdo al tratamiento que se dé a la información recolectada (Tapia Sosa, s/a, párr. 20). En este caso, la investigación es cuantitativa, y lo que se realizará es una comparación entre el encofrado modular y el encofrado tradicional respecto a rendimiento de mano de obra, tiempo de instalación y costo de mano de obra en la construcción de viviendas multifamiliares que son construidas con dichos sistemas de encofrado.

2.4. Diseño de investigación

La investigación es de diseño no experimental-transversal. Según Hernández et al., (2010, p. 149), en el diseño no experimental “los resultados serán presentados tal cual se encuentren en la realidad y no se hará una manipulación deliberada de las variables”. Asimismo, es transversal (transeccional) porque los datos se recopilaron en un momento único, es decir, en un tiempo único, pues solo se buscó describir las variables y posteriormente realizar un análisis sobre la incidencia en un determinado momento (p. 151). En este caso, los resultados de la investigación fueron recopilados, analizados y tratados durante el año 2023.

2.5. Variables y operacionalización

En este caso, son variables independientes, cuyo estudio es no experimental, correlacional, pues se observó una realidad existente, que no fue provocada por los investigadores. Las variables no fueron manipuladas, ni se tuvo control directo, tampoco se ejerció influencia sobre ellas porque ya existen incluido sus causas (Salgado, 2018, p. 92).

2.5.1. Variables

Variable Independiente 1: Encofrado Modular. Es un sistema que está formado por elementos bajo normas de prefabricación, el uso de este es fundamental en obras de gran magnitud diseñadas de forma simétrica que se puede repetir en todos los niveles como, los edificios construidos por departamentos. Dicho encofrado permite bajar el costo de ejecución, por ser versátil, así como adoptarse a diferentes formas, es sencillo manejar en la obra y son reutilizables (Martínez, Díaz y Duque, 2019, p. 3).

Variable Independiente 2: Encofrado Tradicional. Es un sistema que está formado por piezas de madera que resisten el peso y la presión lateral del concreto y de todas

las cargas; además, permite asegurar que las dimensiones de los elementos no se deformen y, por tanto, permita dar estabilidad Manual de Construcción (Acosta, 2012, p. 21). Se fabrican exclusivamente de madera. Es versátil para la creación de estructuras, se puede utilizar en grandes obras, sin embargo, es recomendable para obras medianas o pequeñas porque para implementarse se necesita mayor tiempo que los modulares.

2.5.2. Operacionalización de variables

Tabla 3

Operacionalización de Variables

Tesis: “Análisis Comparativo entre Encofrado Modular y Encofrado Tradicional Respecto a Rendimiento, Costo y Tiempo en Construcción de Viviendas Multifamiliares en Lima”						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente 1: Encofrado Modular	Es un sistema que está formado por elementos bajo normas de prefabricación, el uso de este es fundamental en obras de gran magnitud diseñadas de forma simétrica que se puede repetir en todos los niveles como, los edificios construidos por departamentos. Dicho encofrado permite bajar el costo de ejecución, por ser versátil, así como adoptarse a diferentes formas, es sencillo manejar en la obra y son reutilizables (Martínez, Díaz y Duque, 2019, p. 3).	Se utilizó el circuito fiel y la ficha de observación de trabajo de campo que permitieron medir la ejecución e instalación de encofrado modular en construcción de viviendas multifamiliares en Lima 2023.	Rendimiento mano de obra	Ratio en Horas Hombre por Unidad de medida (hh/m ²)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual
			Costo de mano de obra	Costo en soles (S/)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual
			Tiempo de encofrado y desmolde del sistema	Horas Hombre (HH)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual
Variable Independiente 2: Encofrado Tradicional	Es un sistema que está formado por piezas de madera que resisten el peso y la presión lateral del concreto y de todas las cargas; además, permite asegurar que las dimensiones de los elementos no se deformen y, por tanto, permita dar estabilidad Manual de Construcción (Acosta, 2012, p. 21).	Se utilizó el circuito fiel y la ficha de observación de trabajo de campo para medir la ejecución e instalación de encofrado tradicional en construcción de viviendas multifamiliares en Lima 2023.	Rendimiento mano de obra	Ratio en Horas Hombre por Unidad de medida (hh/m ²)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual
			Costo de mano de obra	Costo en soles (S/)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual
			Tiempo de encofrado y desmolde del sistema	Horas Hombre (HH)	Circuito Fiel. Ficha de observación de trabajo de campo.	Porcentual

2.6. Población y muestra

2.6.1. Población

Es un conjunto definido con las mismas características (puede ser: individuos, empresas, colegios, etc.), limitado y accesible del universo que forma el referente para la elección de la muestra, a cuyos resultados se busca generalizarlos (Salgado, 2018, p. 105). En este caso, la población estuvo determinada por todos los edificios multifamiliares construidos usando encofrado modular y encofrado tradicional en Lima.

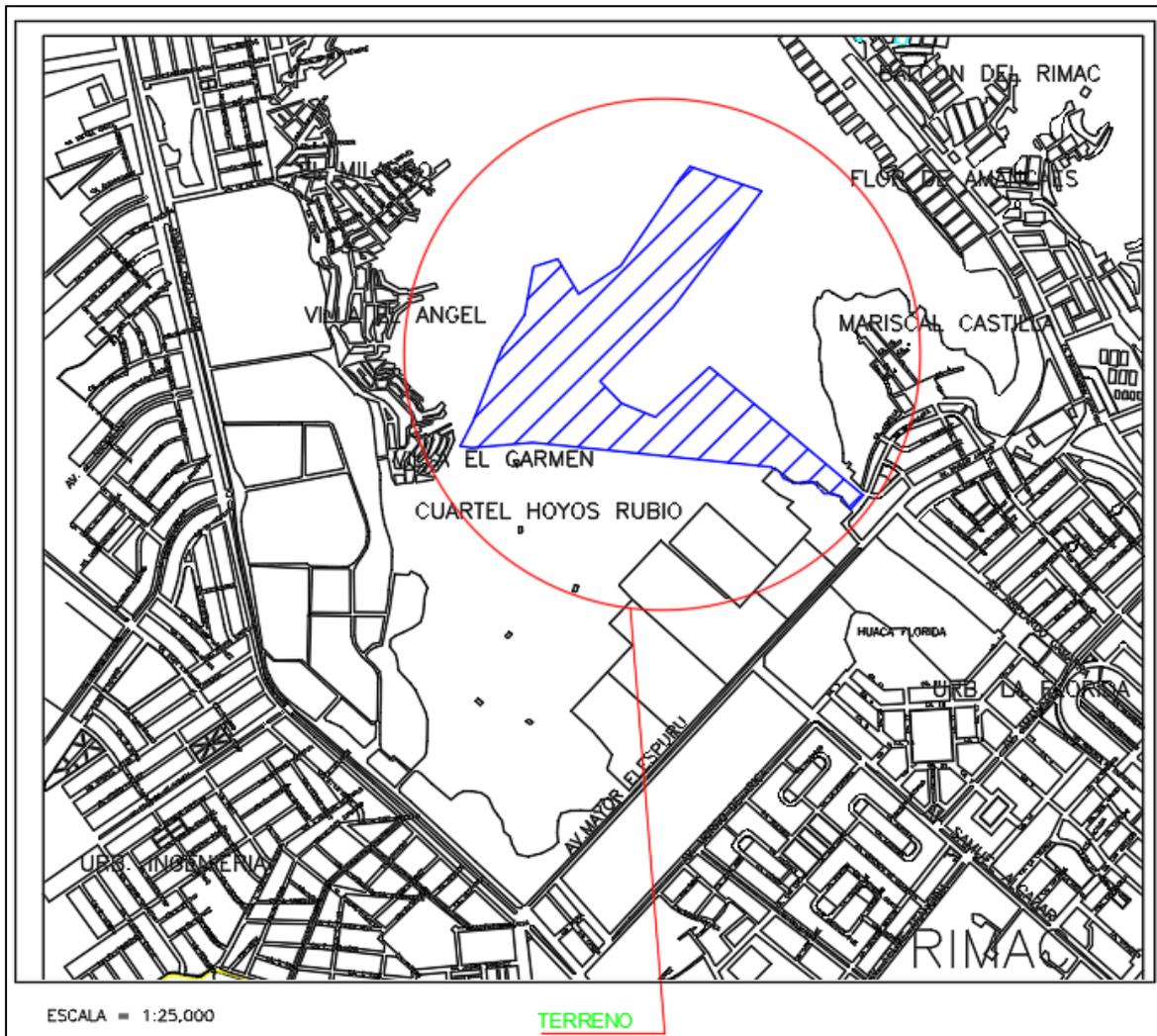
2.6.2. Muestra

Es el conjunto de individuos extraídos de la población a partir de un determinado procedimiento específico, que en este caso es no probabilístico (Salgado, 2018, p. 105) y por conveniencia ya que ha sido elegido de acuerdo al criterio de los investigador de manera sencilla (Salgado, 2018, p. 107), estableciendo por muestra a los edificios que tuvieron acceso los investigadores, es decir, dos edificios multifamiliares, uno construido con encofrado modular: Edificio Multifamiliar “Altos del Rímac” del proyecto Las Lomas del Rímac” (edificación de 3 sótanos y 18 pisos) y otro con encofrado tradicional: Edificio Multifamiliar “LIKE ONE” (edificación de 3 sótanos para estacionamientos, 18 pisos aéreos y azotea).

Plano de ubicación del proyecto “Altos del Rímac” construido con encofrado modular.

Figura 13

Plano de Ubicación del Proyecto “Altos V, La Alameda del Rímac”

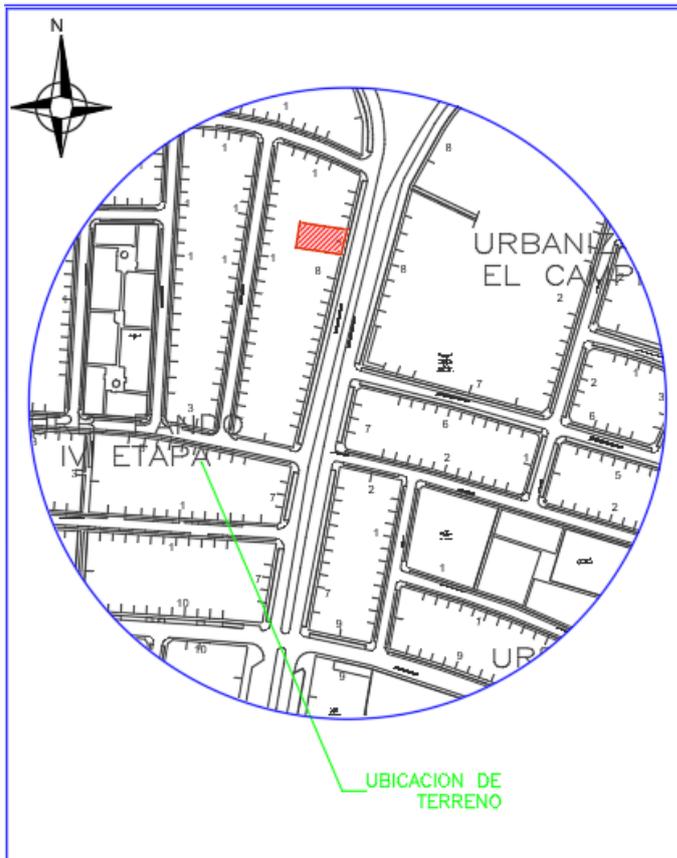


Nota. Fuente: fue tomado del proyecto Altos V La Alameda del Rímac (INMOBILIARIA BESCO, 2023).

Plano de ubicación del proyecto “Altos del Rímac” construido con encofrado tradicional.

Figura 14

Plano de Ubicación del Proyecto "Like One"



Nota. Fuente: fue tomada del proyecto “Like One” (Inmobiliaria PUCLLANA SAC,2023).

2.7. Materiales, instrumentos y métodos

2.7.1. Materiales

Entre los materiales a considerar de suma importancia son:

- Manual de costos y presupuestos CAPECO.
- Manual Técnico: Sistema de Encofrados Modulares
- Planos arquitectónicos.

2.7.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizó fueron: las fichas de control de trabajo diario (ver anexo N° 2), y el Circuito Fiel (Anexo N° 3) que tiene por finalidad calcular el número exacto de personas que son necesarias para realizar una actividad (partida), cumplir con los rendimientos establecidos al iniciar el proyecto y controlar de manera que se evite sobrepasar a lo establecido en el presupuesto, si sucediera permite hacer reajustes; este instrumento permitió determinar ratios de rendimientos de mano de obra, ratios de tiempo de instalación de los encofrados, y ratios de costos más exactos; los formularios APU que permitieron analizar los precios unitarios de cada partida (Ver anexo N° 4); y finalmente, los Planos de donde se extraen los metrados, que conjuntamente permitieron elaborar el presupuesto total. Luego fueron analizados y procesado en el software Excel, posteriormente fueron presentados en tablas y figuras.

2.7.3. Métodos

En esta tesis se utilizó el método cuantitativo el cual permitió realizar los cálculos de manera porcentual y representada numéricamente, de manera tal, que se pueda establecer los resultados con exactitud dentro de los parámetros establecidos de acuerdo al planteamiento de los objetivos.

2.8. Procedimiento y análisis de datos

2.8.1. Procedimiento de datos

En este caso se siguió el siguiente procedimiento:

Primera fase: Planificación. Para esta fase se consideró un estudio de campo con el fin de recolectar información adecuada, sobre todo se consideró elaborar la solicitud de permisos para acceder a los datos de cada obra, así como también solicitar los planos y otros

archivos que contengan datos de información relevantes que cumplan con los objetivos de la investigación.

- Solicitud Carta de Presentación con formato UPN dirigido a los residentes de obras para los permisos de acceso a las obras en proceso de construcción (Ver anexo N° 1).
- Realizar las prácticas independientes profesionales.
- Solicitud de planos y otros archivos.
- Revisión de planos y los costos de los presupuestos de las obras.

Segunda fase: Procesamiento de datos.

Para el desarrollo de esta investigación se ha utilizado:

- Seleccionar el Programa, el Software Excel y el Software Word
- Ejecutar programas
- Examinar los datos
- Evaluar la fiabilidad y validez logrado por el instrumento de medición

Tercera fase: Presentación de los resultados.

Como resultados se obtuvo:

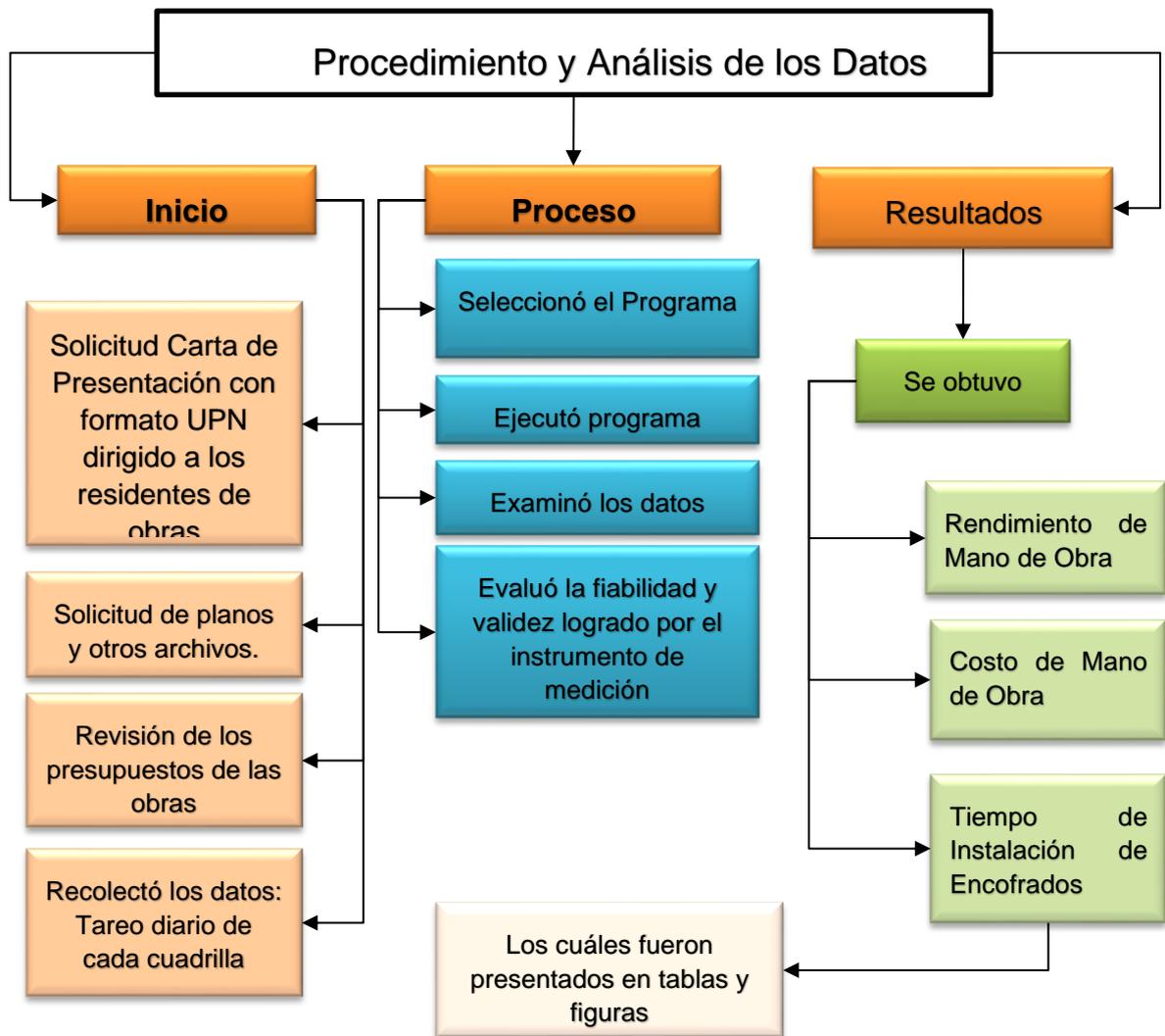
- Rendimiento de Mano de Obra
- Costo de Mano de Obra
- Tiempo de Instalación de cada sistema de encofrado

Los cuales, fueron presentados en tablas y figuras haciendo uso de los Software Excel y Software Word.

Para tener una mejor visión del procedimiento y análisis de datos de la investigación se estableció un flujograma que se puede observar en la figura N° 15.

Figura 15

Técnicas de Procedimiento y Análisis de Datos



2.8.2. Análisis de datos

Técnicas de análisis de datos. Como la presente investigación es de diseño no experimental, transversal, se utilizará la siguiente técnica de análisis de datos:

Estadística descriptiva. Por ser la investigación de variables cuantitativas, se utilizará el software Excel para el recojo de información obtenida a través de la ficha de trabajo de campo y aplicando la metodología del Circuito Fiel con la finalidad de conocer si el número de personas establecidas para cada actividad es idónea y los rendimientos son los esperados; también se hizo uso de los formularios de análisis de precios unitarios (APU) para cada partida que permitió determinar el presupuesto base de acuerdo al sistema constructivo utilizado, sea este encofrado tradicional o encofrado modular; posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados y presentados de manera sencilla en tablas y figuras.

Circuito fiel o dimensionamiento de cuadrilla. EL circuito fiel es una metodología para realizar el análisis del avance de las actividades, y determinar su causa. Muchas veces se cree que, al aumentar el número de personal se cumplirá la meta. Este análisis es más profundo donde se determina el número óptimo de personas que se tendrá para dicha actividad. La mayoría de las veces, las causas de los atrasos son ocasionadas por falta de velocidad de producción, falta o exceso de personal.

2.9. Aspectos éticos

Los investigadores se comprometieron a cumplir las normas nacionales e internacionales, respetando el proceso de ejecución y evaluación hasta la publicación de los resultados. Además, actuaron de manera responsable a lo largo del proceso de investigación, cumpliendo con los entregables en las fechas establecidas. Finalmente, la investigación se fundamenta en torno a los tres principios éticos fundamentales que son: respeto a las personas, beneficencia y justicia.

Respeto a las personas. Éticamente, el presente trabajo destacó el respeto a las personas, brindándoles una clara información científica respecto al tema de investigación,

sobre todo a los residentes de obra de los proyectos que fueron materia de esta investigación, y a todo aquel futuro investigador interesado en incrementar el nivel de conocimiento científico, sobre todo, se demostró el nivel de conocimiento profesional de los investigadores sobre el tema, garantizando la originalidad de la investigación.

En cuanto a la Beneficencia. En este caso, la finalidad de la investigación buscó el bienestar social desde el punto de vista del cuidado del medio ambiente, ya que con el uso de encofrado modular en la construcción de viviendas multifamiliares se redujo y reducirá considerablemente los residuos sólidos, y con ello se evitará la posible contaminación y daños de salubridad social.

Finalmente, respecto a Justicia. El cumplimiento de este principio se resaltó en la medida que los investigadores mostraron con equidad los beneficios de hacer partícipes a más personas en la elaboración de la presente investigación, evitando que esté orientado a un grupo selectivo. También, se respetó las normas de la universidad, la Norma APA, haciendo citas correctas, y referenciando la información de manera adecuada. Además, de los principios éticos desarrollados, se resaltó la honestidad intelectual en todos los aspectos de la investigación, desde la formulación de la idea inicial hasta el informe final.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Como se explicó en el capítulo metodológico, los resultados serán procesados aplicando el Circuito Fiel, es decir, este instrumento tiene por finalidad calcular el número exacto de personas que son necesarias para realizar una actividad (partida) y cumplir con los rendimientos establecidos al iniciar el proyecto; además, dicho instrumento permitió determinar ratios de rendimientos de mano de obra, ratios de tiempo de instalación de encofrado con cada sistema, y ratios de costos; asimismo, los formularios APU que permitieron analizar los precios unitarios de cada partida; y finalmente, los Planos de donde se extrajeron los metrados, que conjuntamente permitieron elaborar el presupuesto total. Además de los instrumentos, para el análisis de los datos se utilizó el software Excel, en el cual se elaboró el circuito fiel correspondiente a cada actividad.

En el circuito fiel, primero se determinó el número de horas diarias trabajadas, es decir, se consideró 5.5 horas y media diarias trabajadas de lunes a sábado.

Asimismo, se fijaron datos de entrada como productividad del presupuesto, productividad meta, costo HH promedio, horas de jornada diaria, número de personas. Estos datos sirven para hallar el rendimiento presupuestado y rendimiento meta. Donde el rendimiento presupuestado sirve como un parámetro para verificar el rendimiento real, el cual debe de estar dentro de los parámetros del rendimiento presupuestado. Con dichos datos se elaboró la tabla, la cual contiene las HH diarias y acumuladas, los metrados diarios y acumulados, los rendimientos diarios y acumulados; y el rendimiento presupuestado. Una vez elaborado el cuadro se sabe que las HH diarias depende del número de trabajadores, entonces esta herramienta consiste en ingresar preliminarmente la conformación de nuestra

cuadrilla y luego comparar el rendimiento obtenido con el presupuestado, así se podrá asegurar que no se sobredimensione una cuadrilla.

Finalmente, además de lo expuesto, se precisa que para describir los resultados que se encontraron en los proyectos considerados en esta investigación, los cuales son: un edificio multifamiliar construido con encofrado modular y otro construido con encofrado tradicional, se utilizó la estadística descriptiva.

3.1. Rendimiento de Mano de Obra (RMO)

Según el primer objetivo específico, se analizó los resultados comparando el rendimiento de mano de obra en la construcción de dos edificios multifamiliares, uno construido con Encofrado Modular (EM) y otro con Encofrado Tradicional (ET), respectivamente, para posteriormente responder a la interrogante y confirmar la hipótesis.

3.1.1. Rendimiento de Mano de Obra en Encofrado Modular

El rendimiento de mano de obra en el EM fue analizado en base a dos elementos estructurales, los cuales son: encofrado de muros y losas. Sin embargo, como el encofrado es monolítico se realizó el análisis en conjunto.

Según el análisis de datos, el RMO en EM, empleando dos cuadrillas de 11 personas cada una y un capataz en cada sector, durante 5.5 horas de trabajo, en promedio respecto a 6 días de laborados, dio una ratio promedio de 0.75 hh/m^2 , como se puede observar en la tabla N° 4, donde los resultados oscilan entre 0.75 y 0.76 hh/m^2 , ya que se realizó el análisis de seis días de trabajo, reflejándose una mínima variación exclusivamente porque hay dos días que solo trabajaron 22 personas (Ver Anexo N° 2). Sin embargo, dicho resultado muestra que está dentro del ratio de rendimiento presupuestado. Con ello se confirma que, se tuvo un avance semanal de $2,731.20 \text{ m}^2$, respectivamente.

Por otro lado, es importante señalar que, aun cuando no esté presente el capataz el rendimiento de mano de obra se mantiene, es decir, al ser la mano de obra calificada se puede prescindir del capataz ya que no influye en el RMO, antes bien tendrá un efecto positivo en cuanto costo y tiempo.

Tabla 4
Rendimiento de MO en Encofrado Modular

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO MODULAR: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "ALTOS V LA ALAMEDA RIMAC"									
Cuadrilla	ENCOFRADO MODULAR (m ²)								
Propuesta	#	Lunes y martes = 22		Miércoles - sábado = 23		Total, personas			
11 parejas + 5.5 HH C/U	Personas								
1 capataz + 5.5 HH	Horas/día		5.5			136			
	SEMANA								
	L	M	M	J	V	S			
	21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023			
Indicadores	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 2	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 3	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 4	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 1	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 2	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 3		Avance semanal	Promedio Semana
HH trabajadas	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50			
HH. Total	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50			
HH Acum	121.00	242.00	368.50	495.00	621.50	748.00	748.0		
Metr Diario	446.05	412.01	483.26	531.82	446.05	412.01			
Metr Acum	446.05	858.06	1,341.32	1,873.14	2,319.19	2,731.2	2,731.2		
Rend Diario	0.27	0.29	0.26	0.24	0.28	0.31			
Rend Acum	0.27	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27			
Rend Presup	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03			
Rendimiento MO (hh/m²)	0.76	0.75	0.75	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75	

3.1.2. Rendimiento de Mano de Obra en Encofrado Tradicional

En este caso, el rendimiento de mano de obra en placas, según la tabla N° 5 fue en promedio 0.11 hh/m², en este caso no hay variación en la ratio, ya que, en los 6 días de trabajo que se analizó, se ha trabajado con una pareja y 0.1 capataz durante 8.5 horas diarias.

Tabla 5

Rendimiento de Mano de Obra en Placas

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO TRADICIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIKE ONE"							
Cuadrilla Propuesta	ENCOFRADO PLACAS (m ²)						
1 pareja + 8 HH C/U	# Personas	Lunes - sábado = 2.1					
0.1 capataz + 8 HH	Horas/día	8.5					
		SEMANA					
		L	M	M	J	V	S
INDICADORES	P2-S1	P2-S1	P2-S2	P3-S1	P3-S1	P3-S2	
Horas H. trabajadas	17.85	17.85	17.85	17.85	17.85	17.85	
Horas H. Total	17.85	17.85	17.85	17.85	17.85	17.85	
<i>Horas Hombre</i> Acumuladas	17.85	35.70	53.55	71.40	89.25	107.10	
<i>Metrado</i> Diario	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	
<i>Metrado</i> Acumulado	48.00	96.00	144.00	192.00	240.00	288.00	
<i>Rendimiento</i> Diario	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	
<i>Rendimiento</i> Acum	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	
<i>Rendimiento</i> Presup	0.4823	0.4823	0.4823	0.4823	0.4823	0.4823	
Rendimiento MO (hh/m²)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	

Según la tabla N° 6, el RMO en columnas dio como ratio 0.15 hh/m², considerando 4 parejas durante 8.5 horas diarias de lunes a sábado. Dicha ratio se encuentra dentro del parámetro establecido en el presupuesto de obra.

Tabla 6
RMO en Columnas

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO TRADICIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR “LIKE ONE”						
Cuadrilla Propuesta	ENCOFRADO COLUNAS (m²)					
4 PAREJAS + 8.5 HH C/U	# Personas: 8 De lunes a sábado					
0.0 CAPATAZ + 8.5 HH	Horas/día: 8.5 De lunes a sábado					
	SEMANA					
	L	M	M	J	V	S
INDICADORES	P2-S1	P2-S1	P2-S2	P3-S1	P3-S1	P3-S2
Horas H. trabajadas	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
Horas H. Total	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
<i>Horas Hombre</i> <small>Acumuladas</small>	68.00	136.00	204.00	272.00	340.00	408.00
<i>Metrado</i> <small>Diario</small>	88.68	88.68	88.68	88.68	88.68	88.68
<i>Metrado</i> <small>Acumulado</small>	88.68	177.35	266.03	354.70	443.38	532.05
<i>Rendimiento</i> <small>Diario</small>	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
<i>Rendimiento</i> <small>Acum</small>	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
<i>Rendimiento</i> <small>Presup</small>	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Rendimiento MO (hh/m²)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

El RMO en vigas de 3 parejas más 0.5 capataz en una jornada de 8.5 horas fue 0.22 hh/m². El análisis para la obtención de los resultados de rendimiento se consideró 6 días de trabajo consecutivos como se evidencia en la tabla N° 7. En este caso, la ratio de rendimiento real también se encuentra dentro de la ratio del rendimiento presupuestado.

Tabla 7
RMO en Vigas

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO TRADICIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR						
“LIKE ONE”						
Cuadrilla Propuesta	ENCOFRADO VIGAS (m²)					
3 parejas + 8.5 HH C/U	# Personas: 6.5	De lunes - sábado				
0.5 capataz + 8.5 HH	Horas/día: 8.5	De lunes - sábado				
INDICADORES	SEMANA					
	L	M	M	J	V	S
	P2-S1	P2-S1	P2-S2	P3-S1	P3-S1	P3-S2
Horas H. trabajadas	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25
Horas H. Total	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25	55.25
<i>Horas Hombre</i> <small>Acumuladas</small>	55.25	110.50	165.75	221.00	276.25	331.50
<i>Metrado</i> <small>Diario</small>	52.70	52.70	52.70	52.70	52.70	52.70
<i>Metrado</i> <small>Acumulado</small>	52.70	105.40	158.10	210.80	263.50	316.20
<i>Rendimiento</i> <small>Diario</small>	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
<i>Rendimiento</i> <small>Acum</small>	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
<i>Rendimiento</i> <small>Presup</small>	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
Rendimiento MO (hh/m²)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

En la tabla N° 8 se observa que, el RMO de una cuadrilla formada por 4 personas y 0.5 capataz durante 8.5 horas de trabajo diario, en el encofrado de losas fue 0.04 hh/m². La ratio de rendimiento diario que se obtuvo está dentro de la ratio del rendimiento presupuestado. La obtención de dicho resultado fue adquirida considerando un periodo de 6 días consecutivos, en los cuales arrojó la misma ratio en cada día laborado.

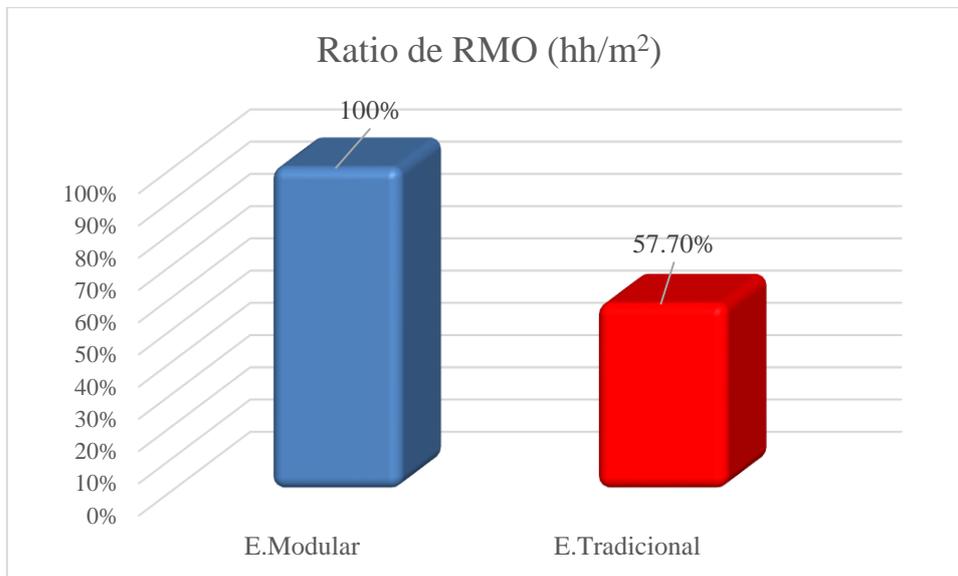
Tabla 8
RMO en Losas

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO TRADICIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "LIKE ONE"						
Cuadrilla Propuesta	ENCOFRADO LOSAS (m ²)					
2 parejas + 8.5 HH C/U	# Personas: 4.5 De lunes - sábado					
0.5 Capataz + 8.5 HH	Horas al día: 8.5 De lunes - sábado					
	SEMANA					
	L	M	M	J	V	S
	P2-S1	P2-S1	P2-S2	P3-S1	P3-S1	P3-S2
INDICADORES						
Horas H. trabajadas	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25
Horas H. Total	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25	38.25
Horas Hombre <i>Acumuladas</i>	38.25	76.50	114.75	153.00	191.25	229.50
Metrado <i>Diario</i>	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53	62.53
Metrado <i>Acumulado</i>	62.53	125.05	187.58	250.10	312.63	375.15
Rendimiento <i>Diario</i>	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Rendimiento <i>Acum</i>	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Rendimiento <i>Presup</i>	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Rendimiento MO (hh/m²)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

En síntesis, en la tabla 4 respecto a encofrado modular se observa que el RMO, arrojó 0.75 hh/m², y las tablas 5, 6, 7 y 8, correspondiente a ET, se observa que, los ratios de rendimiento de MO por cada elemento estructural fue: en placas representa el 21% hh/m² del rendimiento total; en columnas, 29% hh/m²; en vigas, 42% hh/m²; y, finalmente en losas, el rendimiento de MO representa el 8% hh/m², respectivamente. La suma de dichos resultados representado en ratios de rendimiento MO nos da un rendimiento de 0.52 hh/m², equivalente al 57.7%, una diferencia de 42.3% menor que el RMO usando encofrado modular, como se evidencia en la figura N° 16.

Figura 16

Comparación de RMO en Sistemas de Encofrado



3.2. Costo de Mano de Obra (CMO)

El segundo objetivo tiene como finalidad realizar la comparación de los dos sistemas de encofrado, el modular y el tradicional, respecto al costo de mano de obra en la construcción de 2 viviendas multifamiliares que a continuación de detalla.

3.2.1. CMO en Encofrado Modular

En este caso se realizó la descripción de los resultados en base a las ratios de rendimientos y tiempo obtenidos del análisis en el circuito fiel. Según la tabla N° 9, el costo de mano de obra en EM fue S/ 18,842.12. En este caso, se consideró el costo promedio de capataz, operario y oficial de S/ 25.19, valor establecido en presupuesto de obra (Ver anexo N° 4).

Tabla 9
CMO en EM

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO MODULAR: EDIFICIO MULTIFAMILIAR "ALTOS V LA ALAMEDA RIMAC"							
Cuadrilla	ENCOFRADO MODULAR (m ²)						Costo promedio MO (S/)
Propuesta	# Personas	Lunes y martes = 22	Miércoles - sábado = 23				S/ 25.19
11 parejas + 8.5 HH C/U							
1 CAPATAZ + 8.5 HH	Horas/día	5.5				Total, personas	136
SEMANA							
Indicadores	L	M	M	J	V	S	Análisis semanal
	21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023	
HH. trabajadas	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50	
HH. Total	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50	
HH Acum	121.00	242.00	368.50	495.00	621.50	748.00	748.00
Metr Diario	446.05	412.01	483.26	531.82	446.05	412.01	
Metr Acumulado	446.05	858.06	1,341.32	1,873.14	2,319.19	2,731.20	2,731.20
Rend. Diario	0.27	0.29	0.26	0.24	0.28	0.31	
Rend Acum	0.27	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27	
Rend Presup	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	
Ratios de RMO (hh/m ²)	0.76	0.75	0.75	0.76	0.76	0.75	0.75
Tiempo de Instalación Encofrados (HH)							748.00
Costo de MO en soles (S/)							S/ 18,842.12

3.2.2. CMO en Encofrado Tradicional

La tabla N° 10, muestra que, las ratios de costo de mano de obra según el encofrado de cada elemento en el ET, fue el siguiente: en placas se obtuvo un costo de MO de S/ 130.74; en columnas, S/ 342.22; en vigas, S/ 294.19; y, finalmente, el costo de MO en losas tuvo un

valor de S/ 60.32, respectivamente. Además de ello, la evaluación de costo semanal ascendió a S/ 27,107.00 por la mano de obra utilizada, conformada por 126.6 personas.

Tabla 10

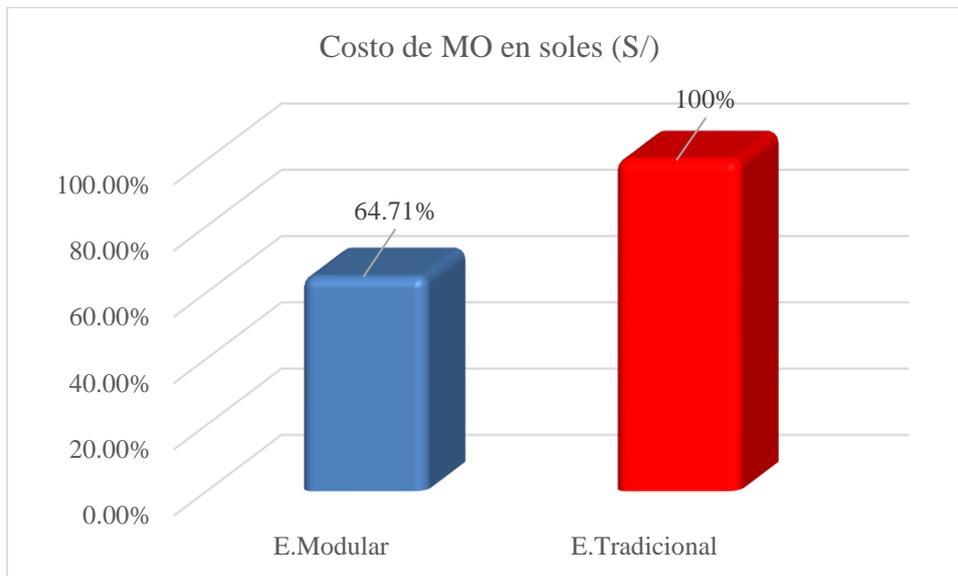
Costo de Mando de Obra en Encofrado Tradicional

COSTO DE MANO DE OBRA (hh/m²) EN ENCOFRADO TRADICIONAL						
Descripción	Encofrado	Encofrado	Encofrado	Encofrado	Costo Promedio HH: S/ 25.19	
	Placas (m ²)	Columnas (m ²)	Vigas (m ²)	Losas (m ²)	Total, personas semana	
# Personas	2.1	8	6.5	4.5	126.6	136
Horas diarias	8.5	8.5	8.5	8.5	Avance Semanal	
hh trabajadas	17.85	68.00	55.25	38.25		
hh total	17.85	68.00	55.25	38.25		
Hh acum	17.85	68.00	55.25	38.25	1076.10	1156.00
met día	48	88.68	52.7	62.53		
met acum	48	88.68	52.7	62.53	1511.40	1575.87
Ren diario	0.37	0.77	1.05	0.61		
Ren. Acum.	0.37	0.77	1.05	0.61		
Rend. Pres	0.48	0.92	1.27	0.65		
hh/m2	0.11	0.15	0.22	0.04		
HH	5.19	13.59	11.68	2.39		
Costo MO en soles (S/)	S/ 130.74	S/ 342.22	S/ 294.19	S/ 60.32	S/ 27,107.0	S/ 29,119.64

En conclusión, el análisis de los resultados respecto al segundo objetivo, se plasma en la tabla 10 que, el CMO para encofrar un edificio multifamiliar, con el ET asciende a S/ 29,119.64 por semana, mientras que, el EM, S/ 18,842.12 (Ver tabla 9), es decir, una diferencia de S/ 10,277.5, en términos porcentuales significa 35.29% (Ver figura N° 17), lo cual refleja un ahorro significativo de horas hombre por semana, usando encofrado modular.

Figura 17

Comparación de CMO en Sistema Encofrados (S)



3.3. Tiempo de Instalación según cada Sistema de Encofrado (TI)

El tercer objetivo tiene como finalidad realizar la comparación de los dos sistemas de encofrado, el modular y el tradicional, respecto al tiempo de instalación de encofrado en la construcción de 2 viviendas multifamiliares. A continuación, se detallará los resultados de cada sistema establecido en tablas y figuras.

3.3.1. TI del Encofrado Modular

En la tabla 11, se observa que el tiempo de instalación del encofrado que se utilizó durante una semana fue 748 hh, de acuerdo al rendimiento de la cuadrilla que trabajó de lunes a sábado en la torre 1, piso 12, sector 2. De acuerdo a ese valor se pudo determinar el tiempo empleado en todo el encofrado de la obra. En este caso, el análisis de resultados se realizó respecto a 6 días de trabajo.

Tabla 11
Tiempo de Instalación en Encofrado Modular

CIRCUITO FIEL PARA ENCFRADO MODULAR: EDIFICIO MULTIFAMILIAR “ALTOS V LA ALAMEDA RIMAC”								
Cuadrilla: ENCOFRADO MODULAR (m ²)								
11 parejas + 5.5 hr C/U	# Personas	Lunes y martes = 22		Miércoles - sábado = 23		Total, personas		
1 capataz + 5.5 hr	Horas/día	5.5				136		
Indicadores	SEMANA						semanal	Análisis
	L	M	M	J	V	S		
	21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023		
HH. trabajadas	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50		
HH. Total	121.00	121.00	126.50	126.50	126.50	126.50		
HH Acum	121.00	242.00	368.50	495.00	621.50	748.00*		
Metr Diario	446.05	412.01	483.26	531.82	446.05	412.01		
Metr Acumulado	446.05	858.06	1,341.32	1,873.14	2,319.19	2,731.20		2,731.20
Rend Diario	0.27	0.29	0.26	0.24	0.28	0.31		
Rend Acum	0.27	0.28	0.27	0.26	0.27	0.27		
Rend Presup	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03		
Ratios de RMO (hh/m ²)	0.76	0.75	0.75	0.76	0.76	0.75		0.75
Tiempo Instalación Encofrados (HH)								748.00*

3.3.2. TI del Encofrado Tradicional

El tiempo que se emplea en encofrar cada elemento estructural con encofrado tradicional, según la tabla N° 12, fue la siguiente: En placas se empleó un tiempo efectivo de 5.19 HH; en columnas, 13.59 HH; en vigas, 11.68 HH; y, finalmente, en losa la ratio de tiempo de instalación empleado ha sido 2.39 HH, respectivamente. La cuadrilla para el primer elemento estaba formada por 2.1 personas, en el segundo elemento 8 personas, en el tercer elemento por 6.5 personas, y, finalmente, en el tercer elemento estructural estaba conformada por 4.5 personas, todas las cuadrillas trabajaron una jornada de 8.5 horas.

En síntesis, según el análisis semanal la ratio de TI (HH) fue de 1,156.00 HH, considerando un total de 136 trabajadores.

Tabla 12

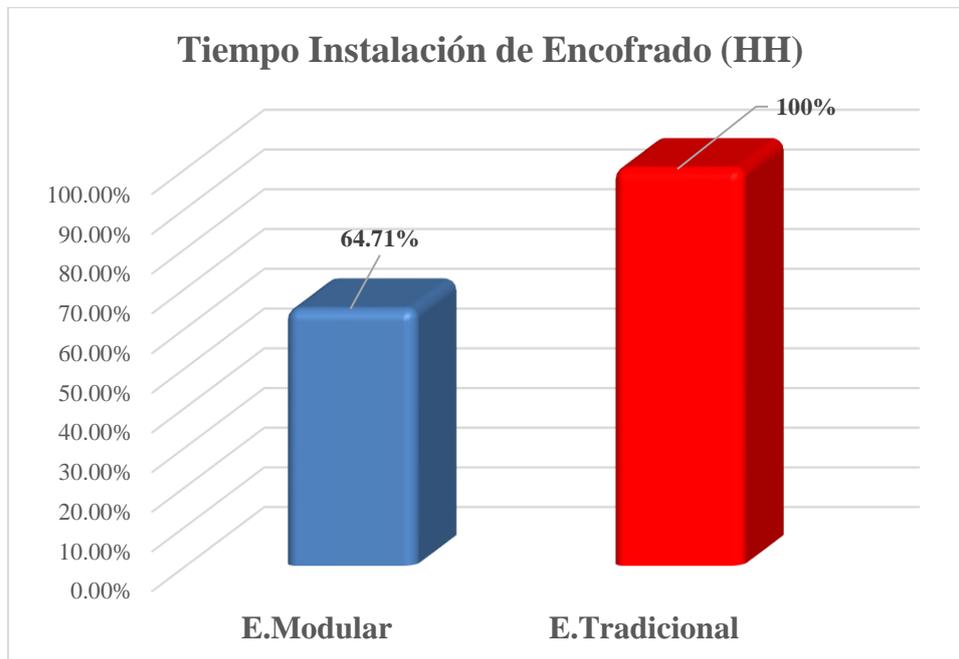
Tiempo de Instalación en Encofrado Tradicional

TIEMPO DE INSTLACIÓN (HH) EN ENCOFRADO TRADICIONAL						
Descripción	Encofrado Placas (m²)	Encofrado Columnas (m²)	Encofrado Vigas (m²)	Encofrado Losas (m²)	Total, personas	
N° Personas	12.6	48	39	27	126.6	136
Horas/día	8.5	8.5	8.5	8.5	Análisis semanal	
hh trabajadas	17.85	68.00	55.25	38.25		
hh total	17.85	68.00	55.25	38.25		
Hh acum	107.10	408.00	331.50	229.50	1076.10	1156.00
met día	48.00	88.68	52.70	62.53		
met acum	288.00	532.05	316.20	375.15	1511.40	1575.87
Ren diario	0.37	0.77	1.05	0.61		
Ren. Acum.	0.37	0.77	1.05	0.61		
Rend. Pres	0.48	0.92	1.27	0.65		
hh/m2	0.11	0.15	0.22	0.04	0.52	0.52
Tiempo Instalación Encofrado (HH)	5.19	13.59	11.68	2.39	1,076.10	1,156.0

En síntesis, el análisis de los resultados respecto al tercer objetivo, se evidencia en la figura N° 18, donde se muestra que el tiempo empleado por cada cuadrilla para encofrar un edificio multifamiliar, se aprecia que el ET empleó 1156 HH a la semana (Ver Tabla 12), mientras que, el EM, 748 HH (Ver tabla 11), es decir, una diferencia de 408 HH, en términos porcentuales significa 35.29%, lo cual refleja un ahorro significativo de horas hombre por semana, usando encofrado modular.

Figura 18

Comparación Tiempo de Instalación según Sistema de Encofrado (HH)



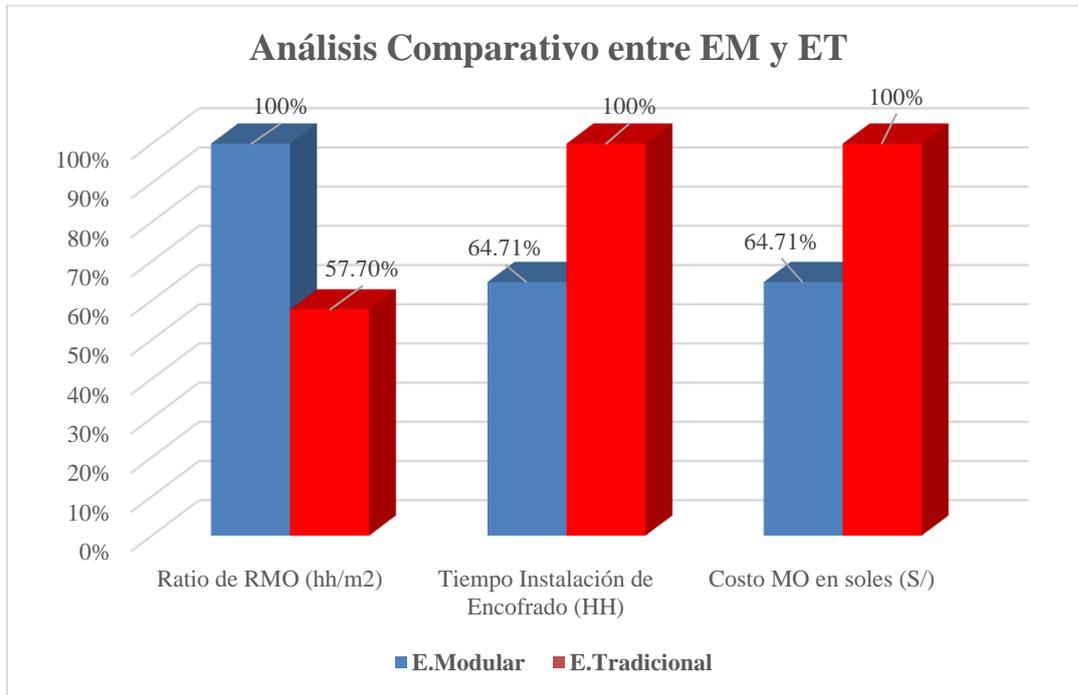
3.4. Análisis comparativo de resultados entre encofrado modular y tradicional

De acuerdo al objetivo general, se ha considerado el análisis de los resultados en dos momentos, el primer análisis fue semanal, y el segundo, se analizó los resultados de todo el encofrado de la obra, conociendo la cantidad total de metros cuadrados del proyecto “Altos V La Alameda del Rímac”.

De acuerdo al análisis semanal, según la figura 19, el RMO, usando encofrado modular en la construcción de edificios multifamiliares en Lima, es mayor que usando encofrado tradicional, equivalente a 42.3%; asimismo, el tiempo que se empleó usando EM fue menor en comparación al ET, equivalente a 35.29% hh; finalmente, el costo de mano de obra empleando EM arrojó un ahorro económico de 35.29% en comparación al ET.

Figura 19

Análisis Comparativo de Resultados entre EM y ET



Finalmente, de acuerdo al análisis de resultados de todo el encofrado de la obra se determinó que, el rendimiento de mano de obra usando EM arrojó una ratio de 31.30% mayor que ET; en cuanto al tiempo de instalación usando EM se empleó alrededor de 12.34 semanas, mientras que, con el ET, se tardará 21.40 semanas, una diferencia de 9 semanas, equivalente a 42%; en cuanto a costo total, usando EM se ahorra 37.33%, lo cual representa un ahorro significativo de horas hombre y costo de mano de obra como se puede observar en la tabla N° 13.

Tabla 13

Análisis Comparativo entre EM y ET

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENCOFRADO MODULAR Y TRADICIONAL								
Descripción	SEMANA			N° Pisos		Tiempo de Ejecución		
	Encofrado Tradicional	Encofrado Modular	Costo Promedio HH	S/ 25.19	18	Toda Obra (Semanas)		
	Datos	Datos	Indicadores a Favor de EM	Metrado por piso (m2)	Total, metrado (m2)	E. Tradicional	E. Modular	Porcentaje (%)
N° de Personas	136	136						
Horas diarias	8.5	5.5						
hh trabajadas	179.35	121						
hh total	179.35	121						
Hh acum.	1156	748	35.29%					
Metr. Diario	251.91	446.05		1,873.14	33,716.52			
Metr. Acum.	1575.85	2,731.20	42.30%					
Rend. Diario.	2.8	0.27						
Rend. Acum.	2.8	0.27						
Rend. Presup.	3.32	1.03						
Ratio de RMO (hh/m²)	0.52	0.76	31.30%					31.30%
Tiempo Insta de Encof (HH)	1156	748	35.29%					
Costo MO en sole (S/)	S/ 29,119.64	S/ 18,842.12	35.29%					
Tiempo Total	24733.51	9234.02				21.40	12.34	42.00%
Costo total	S/ 623,037.04	S/ 232,604.98						37.33%

3.5. El sistema de EM mejora los indicadores respecto a rendimiento, costo y tiempo

De acuerdo al análisis de los resultados se responde a la pregunta de la investigación:
¿Cuál de los sistemas de encofrado modular y tradicional mejora los indicadores en la

construcción de viviendas multifamiliares respecto a rendimiento, costo y tiempo en Lima 2023? En este caso, según la tabla 13, se evidencia que usando encofrado modular se mejora los indicadores respecto a rendimiento 31.30% más que ET, el costo disminuye un 37.33% en comparación con el ET, y el tiempo se reduce aproximadamente 9 semanas, equivalente a 42%, en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima 2023.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este capítulo se detalla las limitaciones identificadas durante el proceso de la investigación; además, se presenta los argumentos de la interpretación comparativa de los resultados encontrados en los estudios anteriores o antecedentes con los resultados de la presente investigación; también, se expone algunas implicancias prácticas, teóricas y/o metodológicas de los hallazgos; y, finalmente, se redactó las conclusiones según los objetivos planteados.

4.1 Discusión

4.1.1 Limitaciones

Las limitaciones que se destacan en la presente investigación son:

El déficit de literatura científica respecto al uso del sistema de encofrado modular, hay poca información de estudios previos al respecto, y casi nula información en los repositorios institucionales, en revistas indexadas y otras plataformas; es decir, existe casi nula información respecto a estándares de rendimiento de mano de obra en dicho sistema de encofrado, lo cual es fundamental para la determinación de los proyectos de construcción de viviendas multifamiliares. Eso ha dificultado en cierta medida el desarrollo de la investigación.

Otra limitación que incide en los hallazgos en la presente investigación es que la mayoría de los antecedentes previos solo coinciden parcialmente con la presente investigación, ya sea en cuanto a rendimiento, costo y tiempo, una muestra de ello es Santiana Castañeda (2015) tiene cierta coincidencia en cuanto a costo; Arellano Escudero y Carvajal Aumala (2018) coincide en cuanto a costo y tiempo; Palomino Huallpa y Rayme Condori (2021), tiene cierta coincidencia en cuanto a tiempo y costo; y así con los demás

antecedentes que se va analizando los argumentos y comparando con los hallazgos de la presente investigación, en cada uno de los objetivos específicos.

Otra limitación es respecto a las variables, ya que algunas investigaciones previas coinciden solo con una u otra variable, no con las dos establecidas en la presente investigación, como la investigación de Castañeda y López (2015), quien realizó un análisis comparativo entre encofrado de aluminio y encofrado metálico; Palomino y Rayme (2021) realizaron un análisis comparativo entre encofrado tradicional y metálico; Aguilar y Chico (2022), evaluaron costo-beneficio entre Encofrado Metálico y el Tradicional.

Finalmente, una de las limitaciones más complejas que se ha identificado fue acceder a los proyectos de construcción de viviendas multifamiliares construidos tanto con encofrado modular como con el tradicional, que son materia de estudio de la presente investigación, las razones encontradas han sido por la burocracia que existe, pero también porque no quieren que se publique detalles de los presupuestos que puedan delatar hechos ilícitos en materia económica, razones entendibles por la situación que en los últimos años viene atravesando el país.

4.1.2 Interpretación comparativa

De acuerdo al objetivo general, según el análisis de toda la obra, conociendo la cantidad total de metros cuadrados del proyecto “Altos V La Alameda del Rímac” se determinó que, el rendimiento de mano de obra usando EM arrojó una ratio de 31.3% mayor que ET; en cuanto al tiempo de instalación total de encofrado, usando EM se empleó alrededor de 12.34 semanas, en comparación al ET 21.40 semanas, una diferencia de 9 semanas, equivalente a 42%; el costo total, usando el EM se pudo reducir a 37.33%, lo cual

representa un ahorro significativo de horas hombre y costo de mano de obra como se puede observar en la tabla N° 13.

Dichos resultados presentan coincidencia teórica con lo que sostiene Catena (2019, citado por Cruz Fuentes, 2021) muchas constructoras ya no ven atractiva la construcción convencional, porque consideran que al final de la obra, a lo largo del tiempo los precios se incrementan y todo se encarece [los materiales, la mano de obra aumenta]. Frente a dicho sistema, la construcción industrializada, en sus procesos de edificación ofrece mayor estabilidad en los costes de mano de obra y disminución del tiempo que son factores determinantes en el sector construcción.

Por otro lado, de manera práctica guarda una coincidencia en cuanto a costo de mano de obra con Santiana Castañeda (2018), quien concluyó que, el costo para construir con encofrado Forsa (formaletas) se ahorró 29% en mano de obra. Asimismo, el costo de mano de obra para construir 80 viviendas el ahorro asciende a \$ 236,002.40 dólares que representa un 20% de mano de obra. Sin embargo, difiere metodológicamente con la presente investigación, ya que dicho autor aplicó una metodología simple sin describir el proceso de la misma.

Además, los hallazgos y argumentos de la presente investigación, también tienen cierta coincidencia argumentativa con el aporte de Lara Mejía y Watts Rodríguez (2020) en la investigación denominada “Evaluación de costos y tiempos del sistema constructivo industrializado de muro de concreto considerando diferentes tipos de encofrado y altura, en la construcción de viviendas de interés social en la región”, ya que dicha investigación fue de enfoque documental y método mixto (cualitativo-cuantitativo). En ese sentido dichos autores dicen que, la optimización de los procesos constructivos a través de la

industrialización [Encofrado Modular o nueva tecnología] se ha convertido en una medida necesaria para equilibrar el déficit de la relación oferta-demanda de viviendas que ha incrementado en los últimos años e incide directamente en la economía del estado, así mismo, ha permitido ampliar las probabilidades de que los ciudadanos hagan efectivo su derecho a vivienda digna como se proclama en la Constitución Política.

Desde ese punto de vista, se puede decir que, dicha investigación es un aporte muy importante para la investigación científica ya que, presenta un estudio completo en cuanto a la partida de encofrado, poniendo de manifiesto el valor de la nueva tecnología, es decir, muestra la importancia de la innovación de los encofrados en construcción de viviendas multifamiliares, y con ello, se promueve el uso de la tecnología tanto a profesionales, empresarios, gobiernos locales y el estado en general.

Respecto al primer objetivo específico, el análisis de los resultados dio a conocer que el rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas multifamiliares usando encofrado modular tuvo mejor indicador porcentual que el encofrado tradicional. El primero tuvo un RMO de 0.75 hh/m^2 , mientras que el segundo sistema arrojó 0.52 hh/m^2 , en términos porcentuales, representa el 31.3% a favor del EM, un valor significativo respecto al ratio de rendimiento presupuestado por cada proyecto. Dicho resultado es complementado con el RMO de ambos sistemas de encofrado directamente en campo, obteniendo un mejor rendimiento el EM con un 42% hh/m^2 , como se muestra en la figura N°16. Además, dichos resultados tienen una coincidencia importante con lo sustentado por Arapa Mamani y Maldonado López (2019), en la investigación “Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco-2017”, quienes concluyeron que la nueva tecnología tiene un mejor rendimiento en promedio que el uso del sistema tradicional con 24.02% respecto a encofrado de columnas, vigas y losas;

en cuanto a costo con 64.41% en los mismos elementos estructurales; y finalmente, respecto al tiempo con 57.13%, también en los mismos elementos estructurales.

Asimismo, existe relación con las conclusiones de Guerra Rivera (2021), en su tesis “Evaluación del costo y eficiencia en el empleo del encofrado metálico autofabricado y el de aluminio Forsa en conjuntos residenciales MDL del distrito de Comas, Lima 2019”, quien dice que el encofrado de aluminio Forsa (conocido como encofrado modular), arrojó mejores ratios de productividad, es decir, un rendimiento significativo a lo largo de la ejecución de la obra, en comparación al encofrado metálico. Aun cuando la comparación haya sido con otro sistema, y no el tradicional, muestra la importancia de usar el encofrado modular en la construcción de viviendas, siendo este más eficiente y productivo que cualquier otro sistema de encofrado. Además, se considera importante la coincidencia porque la comparación se ha realizado a un tipo de edificación dentro de los cuales es el Muros de Ductilidad Limitada. En este caso, el análisis de coincidencia fue teórica ya que dicho autor no presenta un análisis de resultados porque la investigación fue de revisión documental.

Además, coincide en parte con el trabajo de Aguilar Calipuy y Chico León (2022), denominado “Evaluación de Costo-Beneficio entre en Encofrado Metálico y el Tradicional en Losa Aligerada en “Construcción, Edificio Oficinas el Golf” – El Golf, Trujillo”, según el análisis de los resultados determinaron que en términos de eficiencia [rendimiento], utilizando encofrado metálico tuvo un mejor avance de ejecución de obra, cuyo rendimiento de mano de obra fue 54.40% más que el sistema tradicional. En esa misma línea la investigación de Castañeda y López (2015) titulada “Análisis comparativo entre sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social – caso: condominio ciudad verde – Puente Piedra – Lima”, tiene relación con los resultados de la presente investigación, en la cual se concluyó que, el rendimiento de mano de obra con

encofrado de aluminio [encofrado modular] fue mayor al encofrado metálico, con un 29%. En este caso, si bien es cierto, el análisis se realizó a una vivienda de interés social y solo respecto a losa aligerada, no resta importancia el aporte que da la investigación de Castañeda y López, a la presente investigación.

Finalmente, se considera que existe similitud con la investigación de Briceño Huamaní (2017), denominada “Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra – condominio Real Carabayllo en el 2016”, quien demostró que, la aplicación de los encofrados modulares benefició e incrementó el rendimiento de mano de obra por m^2 , donde señaló que el rendimiento diario con encofrado modular en muros respecto al tradicional tuvo una diferencia de $30 m^2/día$, pero semanalmente ascendió a $180 m^2$; y en losas, $25 m^2/día$, y semanal fue $150 m^2$. Difiere con esta investigación en cuanto a la cantidad de rendimiento diario y semanal, aun así, se aprecia la importancia de usar el encofrado modular. En ese sentido, se considera un aporte importante, porque el EM mejora el indicador respecto a rendimiento, en comparación al ET en la construcción de viviendas multifamiliares.

En síntesis, según los hallazgos de la presente investigación comparado con las investigaciones previas de: Aguilar Calipuy y Chico León, quienes solo analizaron la comparación de los resultados respecto a un elemento estructural como losas aligeradas; Guerra Rivera realizó un análisis desde el punto de vista de revisión documental, teóricamente hay coincidencia con la presente investigación pero no a nivel de resultados de trabajo de campo. En ese sentido, se considera una limitación porque impide realizar una comparación adecuada.

En cuanto al segundo objetivo de la presente investigación, y siguiendo el análisis de los resultados se pudo determinar que, el costo de mano de obra (CMO) para encofrar una vivienda multifamiliar usando EM ascendió a S/ 18,842.12 semanal (Ver tabla 9), mientras que, con el ET, el CMO fue S/ 29,119.64 por semana respectivamente (Ver Tabla 10), una diferencia significativa de S/ 10,277.5, equivalente a 35.29% de ahorro, considerando el EM la mejor alternativa, como se muestra en la figura N° 17.

Al respecto, la presente tesis tiene coincidencia con la investigación de Correa Bravo y Correa Palaguachi (2018), llamada “Estudio comparativo de los tipos de encofrado metálico y el tradicional caña guadua y madera aplicado a una edificación de 3 niveles de 450 m² de concreto armado”, quienes concluyeron que, el costo total en cuanto a usar el encofrado tradicional ascendió a \$ 22,829.92 dólares, equivalente a S/ 87,895.19 soles, mientras que el encofrado metálico alcanzó \$ 14,862.06 dólares, equivalente a S/ 57,218.93 soles, cuya diferencia de costo fue \$ 7,967.86, equivalente a S/ 30,676.26 soles de ahorro. Considerando que la obra fue de 3 niveles, en cambio si fuera como uno de los edificios analizado en esta investigación con 18 pisos, el ahorro sería aún mayor, equivalente a S/ 173,832.15. Dicho esto, aun cuando no es una comparación con encofrado modular hay una diferencia significativa usando nueva tecnología, evidenciando que, en este tipo de construcción, se debe descartar el encofrado tradicional ya que el encofrado metálico es económicamente más favorable.

Asimismo, también existe una coincidencia con el trabajo de Lara Mejía y Watts Rodríguez (2020) denominado “Evaluación de costos y tiempos del sistema constructivo industrializado de muros de concreto considerando diferentes tipos de encofrado y altura, en la construcción de viviendas de interés social en la Región”, quienes determinaron que utilizando formaletas manoportable [Encofrado Modular] es más favorable que el encofrado

con formaletas tipo túnel, ya que con la primera encofrar toda la obra el costo ascendió a \$ 119,633.18 dólares, mientras con el segundo sistema, el costo ascendió a \$ 290,740.76 dólares, una diferencia significativa de ahorro a favor del EM, equivalente a \$ 171,107.58 (S/ 658,764.18 soles).

Por otro lado, los resultados de la presente investigación coinciden con el trabajo de Santiana Castañeda (2018), cuyo título es “Sistema constructivo utilizado encofrado Forsa para soluciones habitacionales en los terrenos de nueva Chamanga, cantón Muisne, Provincia de Esmeraldas”, quien consideró que el costo de mano de obra con formaleta arrojó \$ 1180.76 dólares; mientras que, con el tradicional fue \$ 4130.78 dólares, es decir, usando formaletas se ahorró 29% en mano de obra.

Finalmente, existe parcialmente una coincidencia con la investigación de Palomino Huallpa y Rayme Condori (2021), llamada “Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019”, quienes consideraron que el con el uso de las formaletas [denominado Encofrado Modular] disminuyó el costo de mano de obra en un 89.28%, lo cual es un ahorro significativo desde el punto de vista económico.

Finalmente, de acuerdo al tercer objetivo específico de investigación, el análisis de los resultados se evidencia en la figura N° 18, cuyo tiempo empleado por cada cuadrilla para encofrar un edificio multifamiliar, usando ET fue 1,156 HH a la semana (Ver Tabla 12), mientras que, una cuadrilla similar usando EM, 748 HH (Ver tabla 11), es decir, una diferencia de 408 HH, equivalente a 35.29%, lo cual refleja un ahorro significativo de horas

hombre por semana, es decir, el uso de EM mejora el indicador respecto al costo en comparación al ET.

Dichos resultados coinciden con la investigación de Díaz Medrano y Abreu Pacheco (2017), titulada “Análisis comparativo de factibilidad entre sistema de construcción con formaletas metálicas vs método construcción de mampostería armada”, quienes dijeron que los cronogramas de obra entre lo proyectado y ejecutado con el encofrado tradicional mostraron que, el método de construcción con formaletas redujo el tiempo de ejecución a 5 meses. Por otro lado, existe coincidencia con la investigación de Arellano Escudero y Carvajal Aumala (2018), denominada “Análisis comparativo en la construcción de La Villa Modelo “Palacio 6” en la Urbanización Villa del Rey, con el sistema FORSA en comparación con el sistema Convencional”, se complementa los resultados de la presente investigación, quienes concluyeron que, con encofrados tradicionales, el tiempo de construcción duró 29 días, mientras con Forsa 14 días, adelantando la programación y entrega de la obra con 15 días de anticipación.

Además, los hallazgos de la presente investigación se nutren con las conclusiones de Palomino Huallpa y Rayme Condori (2021), quienes en su investigación titulada “Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019”, determinaron que, el encofrado metálico tiene mayor eficiencia del tiempo de instalación en un 97% respecto al sistema convencional [tradicional] en los elementos estructurales (vigas y columnas), la diferencia de ahorro de tiempo en el primero fue 2 horas con 29 minutos, mientras que en el segundo elemento se ahorró 2 horas con 24 minutos. Dichos autores aportan a la presente investigación, pero de manera parcial, ya que la explicación es incompleta cuando hablan de mayor eficiencia entre un sistema y

otro. Sus conclusiones dicen muy poco, lo cierto es que, la nueva tecnología permite ahorrar tiempo significativamente.

Por otro lado, Aguilar Calipuy y Chico León (2022), en su investigación sobre “Evaluación de Costo-Beneficio entre en Encofrado Metálico y el Tradicional en Losa Aligerada en “Construcción, Edificio Oficinas el Golf” – El Golf, Trujillo” asegura que usando el encofrado metálico tiene mayor avance de ejecución de la obra en 54.40% respecto al tradicional. Coincide con la presente investigación ya que el tiempo de manera general es de 42% de ahorro usando encofrado modular en vez del sistema tradicional. Asimismo, Guerra Rivera (2021), en su tesis “Evaluación del costo y eficiencia en el empleo del encofrado metálico autofabricado y el de aluminio Forsa en conjuntos residenciales MDL del distrito de Comas, Lima 2019”, concluyó que, con el encofrado de aluminio se logró reducir más de 1400 hh en toda la construcción de un edificio, respecto del encofrado metálico.

Finalmente, los resultados obtenidos en la presente investigación en cuanto a tiempo de instalación de encofrado coincide significativamente con los resultados y conclusiones de Briceño Huamaní (2017), quien en su investigación denominada “Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra – condominio Real Carabayllo en el 2016”, dice que, el tiempo de instalación de los encofrados modulares en viviendas multifamiliares contribuyó en la productividad, en cada módulo, reduciendo los tiempos de instalación en 41.54%, es decir, en el encofrado modular se utilizó 304 horas hombre (58.46%), mientras que el tradicional requirió 520 horas hombre (100%). Porcentualmente hablando, coincide con la presente investigación cuyo resultado en favor del modular fue de 35.29%, lo cual refleja un ahorro significativo de horas hombre por semana, es decir, usando EM mejora el indicador respecto al tiempo de encofrado.

En síntesis, todos los argumentos antes mencionados respecto a los objetivos general y específicos, evidencian la afirmación de la hipótesis: “El uso del sistema modular de encofrado mejora los indicadores en comparación al encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares, respecto al rendimiento, costo y tiempo en Lima 2023” y con ello, se considera un aporte importante tanto para constructores, ingenieros y profesionales que se dedican a la planificación y elaboración de proyectos de construcción de viviendas multifamiliares, lo cual les permitirá realizar ajustes necesarios con la finalidad de alcanzar estándares favorables en cualquier proyecto de construcción que tengan a cargo.

4.1.2 Implicancias

En cuanto a las implicancias, **a nivel práctico**, ha sido positiva ya que, se ha realizado un análisis comparativo entre el encofrado modular y el encofrado tradicional respecto a rendimiento, costo y tiempo en la construcción de viviendas multifamiliares. Es decir, se ha podido responder al planteamiento del problema mediante la recolección y análisis de datos, que posteriormente permitieron obtener resultados de acuerdo a los objetivos planteados, destacando que, el uso de EM tuvo mejores indicadores respecto a rendimiento, costo y tiempo en comparación al ET. Además, es importante señalar que, se debe poner de manifiesto una visión de cambio e innovación respecto al sistema de encofrado, es decir, promover el uso de encofrado modular por lo que significa en materia económica, seguridad, calidad, avance y salud ambiental.

A nivel teórico, se debe validar la teoría del uso del encofrado modular en reemplazo del tradicional en el sector construcción, y dentro de ello, en la construcción de edificios, ya que mejora los indicadores de rendimiento, costo y tiempo en la partida de encofrados. Además, se destaca, a pesar de la poca información que existen en cuanto a contenido de la literatura científica tanto a nivel mundial como a nivel nacional respecto al encofrado modular, se sustenta que,

la presente investigación se ha nutrido del aporte de autores y ha sido expuesta con la finalidad de incentivar a futuros investigadores interesados en dicho sistema, se involucren mejor en la construcción de viviendas multifamiliares usando el encofrado modular. En tal sentido, el estado actual en cuanto de la literatura científica es limitada respecto al antes mencionado sistema. Por eso es importante resaltar el aporte de la presente investigación al campo de la literatura científica porque presenta un análisis muy bien estructurado y fundamentado de inicio a fin, con evidencias claras y precisas.

Finalmente, **a nivel metodológico**, se debe promover el uso del circuito fiel como herramienta para el análisis de los resultados que se obtengan en campo, un método que consiste en hacer seguimiento al comportamiento de las actividades según la cuadrilla establecida y ver si está en concordancia con lo establecido por el presupuesto, el mismo que permitió conocer las ratios de rendimiento de mano de obra, los cuales juegan un rol muy importante en el presupuesto de cada proyecto; además, se aplicó la técnica estadística descriptiva que permitió presentar los resultados en tablas y figuras.

4.2 Conclusiones

De acuerdo al objetivo general y según el hallazgo de los resultados se concluye que, el encofrado modular alcanzó mejores indicadores porcentuales que el encofrado tradicional en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima, en cuanto a rendimiento de mano de obra, usando EM fue 31.3% más que el ET; en cuanto a costo de mano de obra, usando EM se ahorra el 37.33%; y, finalmente, respecto al tiempo usando EM se redujo 9 semanas, equivalente a 42% de hh en instalación de encofrados.

Según el primer objetivo específico, el análisis de los resultados dio a conocer que el rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas multifamiliares usando

encofrado modular tuvo mejor indicador equivalente a 1,155.35 m², que el encofrado tradicional, es decir, 42.30%, lo cual representa un ahorro significativo de MO.

Respecto al segundo objetivo específico, según el análisis de los resultados, se ha concluido que, el costo de mano de obra usando encofrado modular en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima, también muestra un mejor indicador económico que el encofrado tradicional, cuya diferencia económica ascendió a S/ 10,277.5 soles por semana, un ahorro económico equivalente al 35.29%.

Finalmente, de acuerdo al tercer objetivo de investigación, según el análisis de los resultados de campo se concluye que, el encofrado modular tuvo un mejor indicador en cuanto al tiempo de instalación de los encofrados en la construcción de viviendas multifamiliares, que el encofrado tradicional, con 408 HH de diferencia, es decir, equivalente a 35.29%, lo cual refleja un ahorro significativo de horas hombre por semana.

Referencias

- Acosta Jiménez, Y. A. (2012). *Análisis Técnico Económico de soluciones de vivienda en el sistema FAR (Gran Panel IV Modificado - Forsa)*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas".
- Arellano Escudero, H. M., & Carvajal Aumala, A. O. (2018). *Análisis Comparativo en la Construcción de la Villa Modelo "Palacio 6" en la Urbanización Villa del Rey, con el Sistema Forsa en Comparación con el Sistema Convencional*. (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil).
- Beato de los Santos, R. A. (2018). *Estudio comparativo entre los sistemas de encofrado en República Dominicana y el sistema de España*. (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Bofill, M. B., & Construcción, C. C. (2014). *Manual de moldajes*.
- Botero Larrañaga, I. (2022). *Encofrados monolíticos – Una mirada detallada. Seminario sobre construcción de vivienda de hormigón industrializada en sitio*.
- CAPECO. (2019). *Costos y Presupuestos*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Costos-y-Presupuestos-en-Edificacion-CAPECO.pdf
- Castañeda Ortega, J. M., & López Povich, W. J. (2015). *Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social. Caso: Condominio ciudad verde - Puente Piedra - Lima*. [Tesis Titulación]. Universidad San Martín de Porres.
- Catálogo Técnico Sistema FORSA. (s/a). *Manual de Sistemas de Encofrados Modulares Forsa*. <https://docplayer.es/27287841-Bienvenido-a-la-formula-forsa-el-sistema-de-construccion-mas-avanzado-para-viviendas-de-concreto-que-integra-soluciones.html>.
- Chunga Zaña, J. R., & Ramírez Tafur, K. P. (2019). *Aplicación del sistema de encofrado autotrepante y análisis comparativo de la productividad con el sistema de encofrado*

- metálico convencional en edificaciones de gran altura.* (Tesis para optar título de ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú).
- Cruz Fuentes, R. (2021). *Industrialización y sostenibilidad en la vivienda plurifamiliar.* Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- De Solminihac T., H., & Thenoux Z., G. (2011). *Procesos y técnicas de construcción.* Ediciones UC., 5ª. Ed. 546 pp.
- Fondo MIVIVIENDA. (2018). *Dinámica del déficit habitacional en el Perú.*
- González Sánchez, M. E. (2022). *El encofrado: Origen de técnicas constructivas romanas e islámicas.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación.* McGrawHill/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C. V., Quinta Edición.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mcgraw-hill.
- Herrera Navarro, Á. A., Moreno Flores, J. A., & Robles Mendoza, N. S. (2014). *Diagnóstico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificación en la zona oriental de El Salvador.* (Tesis de titulación - Universidad de El Salvador).
- INEI. (2019). *Déficit Habitacional-Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2013-2019.* Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Kunz-Bolaños, I., & Romero-Vadillo, I. G. (2008). *Naturaleza y dimensión del rezago habitacional en México.* Economía, sociedad y territorio, 8(26), 415-449. Retrieved 31 de Julio de 2023, from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212008000100006&lng=es&tlng=es
- Lara Mejía, R. J., & Watts Rodríguez, M. E. (2020). *Evaluación de los costos y tiempos del sistema constructivo industrializado de muros de concreto considerando diferentes tipos de encofrado y altura, en la construcción de viviendas de la región.* [Tesis de Titulación, Universidad San Martín de Porres].

- Luque Meneses, D. S., & Morán Menéndez, S. V. (2022). *Análisis del Sistema Constructivo con Formaletas en el Conjunto Habitacional Villas del Valle para Atender el Déficit de Viviendas en Portoviejo*. (Tesis para obtención del título de Arquitectos, Universidad San Gregorio de Portoviejo).
- Martínez, C. A., Díaz, J. F., & Duque, R. (2019). *Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares*. *TecnoLógicas*, vol. 22, pp. 1-18. <https://doi.org/doi.org/10.22430/22565337.1509>
- Mejía Aguilar, G., & Hernández C., T. C. (2007). *Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de obra*. *Revista UIS ingenierías*, 6(2), 45-59.
- Melgarejo, A. (17 de abril de 2023). *Capeco: Perú tendría que producir 150000 viviendas al año para reducir la brecha habitacional*. *La República*. larepublica.pe/economia/2023/04/17/capeco-peru-tendria-que-producir-150000-viviendas-al-año-para-reducir-la-brecha-habitacional-1082254
- Monjo Carrió, J. (2005). *La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización*. *Informes de la Construcción*, 57(499-500), 37-54.
- MVCS. (2022). *Calidad y bienestar*. *Revista Inmobiliaria en el Perú Mivivenda*. www.mivivienda.com.pe
- OIM. (2018). *Informe sobre las migraciones en el mundo 2018*.
- Optimiza Contratistas. (2020). *Encofrado Monolítico: Solución Eficiente y de Alta Productividad*. *Revista PERÚ CONSTRUYE* (Edición Número 64, junio 2020). optimizacontratistas.com/encofrado-monolitico-solucion-eficiente-y-de-alta-productividad/
- Palomino Huallpa, T. A., & Rayme Condori, S. (2021). *Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abanc*. [Tesis de Titulación, Universidad Tecnológica de los Andes].

- Paye Anco, A. A., Peña Castillo, J. A., & Franco Sánchez, J. L. (2014). *Propuesta para la utilización de losas entrepisos prefabricados y su evaluación consto-tiempo*. Sinergia e Innovación, 2(2), 1-29.
- Peñaranda Meneses, E. F. (2021). *Implementación de encofrado modular de aluminio para la construcción de las edificaciones*.
- R.N.E. (2020). *Norma E. 060: Concreto Armado*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENSICO. Primera Edición digital. ISBN: 970-612-4842-4-0.
- Salazar Cerdas, H. S. (2016). *Cuantificación de la productividad del encofrado de columnas, muros y entrepiso en el proyecto Centro Nacional para el Control del Dolor y Cuidados Paliativos*. [Proyecto de Titulación, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
- Salgado-Lévano, C. (2018). *Manual de Investigación: Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa*. Edición, Fondo Editorial de la Universidad Marcelino Champagnat.
- Salinas Sarmiento, M. (2015). *Costos y Presupuestos de Obra*. [Instituto de la Construcción y gerencia - ICG].
- Tapia Sosa, E. (s/a). *Investigación Educativa: Fundamentos para la Ininvestigación Formativa*. www.eumed.net/libros-gratis/2016/1553/niveles.htm
- Tarqui Cabana, D. A., & Tejada Pare, E. W. (2023). *Comparación del uso de encofrado metálico y convencional para mejorar la productividad en el bloque “B” de la I.E. Nuestros Héroes de la Guerra del Pacífico, Tacna 2022*.

Anexos

ANEXO N° 1: Solicitud Carta de permiso a obra BESCO S.A.C.



Lima Breña, 9 de Agosto 2023
CP-N° 3704-2023/ERE-LC0
Modalidad : OTRAS MODALIDADES

Estimado(a) Sr. :
Felix Olasa
Residente de obra
BESCO S.A.C.

Presente.-

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a: CARLOS OBLITAS VASQUEZ, identificado con el D.N.I N°: 27253450, quien es egresado de nuestra casa de estudios de la carrera de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, de nuestra Universidad, con el fin de que sea considerado para cubrir la vacante de Elaboración de Proyectos por un periodo de dos meses en la empresa que usted dirige y así complementar su formación académica.

Queremos agradecer su aporte en la formación de nuestros estudiantes y egresados, así como el hecho de ofrecerles la oportunidad de un acercamiento a la realidad laboral.

Atentamente,



Karen C. Aristizaval Albarrán
Responsable de Empleabilidad y Relaciones Empresariales
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

DATOS DEL POSTULANTE

Celular: 999090104
Email: kalin_226@hotmail.com



Lima Breña, 9 de Agosto 2023
CP-Nº 3703-2023/ERE-LC0
Modalidad : OTRAS MODALIDADES

Estimado(a) Sr. :
Felix Olaza
INGENIERO RESIDENTE
BESCO S.A.C.

Presente.-

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a: **EDUARDO FERNANDO TORRES SOJO**, identificado con el D.N.I N°: 07316292, quien es egresado de nuestra casa de estudios de la carrera de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, de nuestra Universidad, con el fin de que sea considerado para cubrir la vacante de Elaboración de Proyectos por un periodo de dos meses en la empresa que usted dirige y así complementar su formación académica.

Queremos agradecer su aporte en la formación de nuestros estudiantes y egresados, así como el hecho de ofrecerles la oportunidad de un acercamiento a la realidad laboral.

Atentamente,



Karen C. Aristizaval Albarrán
Responsable de Empleabilidad y Relaciones Empresariales
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

DATOS DEL POSTULANTE

Celular: 987368288
Email: edusojo1058@hotmail.com

ANEXO N° 2. Ficha de seguimiento de trabajo diario en encofrados modular

Etapa 5 - Torre 1 - piso 12 - sector 2

1/2

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A. **ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 000000001** FECHA: *Lunes 21/08/23* TF 3
 OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4 Responsable: CASTRO PEÑA ISIDRO

Nro.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Und.	Observaciones	Plan Diario				Ejecutado		Fase	Partida de control	Destino Específico	
				Metrado	Produc. tividad	# Ob.	# horas técnicas	# horas plan	# meta				Horario
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
2	ACARREO DE MATERIAES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
4	ENCOFRADO DE MURO Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
5	HABILITACION URBANA	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
6	LIMPIEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
7	ENCOFRADO DE SARDINELES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
8	<i>Compartida los horas por falta persona</i>	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
9		gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO	

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observacion		
			Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	N°Act.	Piso	SRE
1	Operario	0000116	AMAYA PARO FERNANDO LUIS	01	8.5	N										12	2
4	Capataz	0000252	CASTRO PEÑA, ISIDRO	01	8.5	N	01	2	60%	01	4	100%				12	2
6	Operario	0000254	CANCHARI MENDOZA, JORGE MIGUEL	01	8.5	N	01	2	60%	01	2	100%				12	2
10	Operario	0050402	CASTRO LIMA ALFREDO	01	8.5	N	01	2	60%							12	2
19	Operario	00001296	COVENAZ GUILLERMO CESAR AUGUSTO	01	8.5	N										12	2
20	Operario	00000858	DE LA CRUZ GCOÑA JIMMY EDGAR	01	8.5	N	08	2	60%							12	2
20	Operario	00002648	GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	01	8.5	N										12	2
22	Operario	00002648	GOMEZ OLANO, CESAR AUGUSTO	01	8.5	N										12	2
23	Operario	00002649	JARAMILLO ESCOBEDO JUAN CARLOS	01	8.5	N	08	2	60%	08	2	60%				12	2
24	Operario	00002650	LEGUIA MINA JESUS DANIEL	01	8.5	N	03	2	60%	03	2	100%				12	2
28	Operario	00002652	MARTINEZ DEL AGUILA WALTHER JAVIER	01	8.5	N	01	2	60%	01	2	100%				12	2
28	Operario	00002654	MOSTACERO, MAURICIO WILMER	01	8.5	N										12	2
29	Operario	00002655	NUÑEZ CURI, ORLANDO FELIX	01	8.5	N										12	2
30	Operario	00002656	RODAS CARHUATANTA, WILSON	01	8.5	N										12	2
31	Operario	00002657	SERRATO MARMANILLO, WILFREDO JAMES	01	8.5	N	01	2	60%	01	2	100%				12	2
32	Operario	00002658	SIGUENAS XXX, JIMMY JUNIOR	01	8.5	N										12	2
33	Oficial		ZARATE QUIJADA, ANGELLO OMAR														
33	Operario	00002659	ZARATE SOTO, EDUARDO	01	8.5	N	08	2	60%							12	2
34	Oficial		TANTA HUACAUSI ROBERTO	01	8.5	N										12	2
35	Operario		SALDIVAR PALOMINO JOHN	01	8.5	N										12	2
36	Operario		RAMON SANOS MILTON	01	8.5	N										12	2
36	Operario		SANTAMARIA ACOSTA LUIS	01	8.5	N										12	2
36	Oficial		Intor Chilón Cristian	01	8.5	N										12	2

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO
[Signature]

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

Etapa 5 - Torre 1 - piso 12 - sector 3

1/2

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A. **ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 000000001** FECHA: *Martes 22/05/23* TF 3
 OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4 Responsable: CASTRO PEÑA ISIDRO

Nro.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Und	Observaciones	Metrado	Produc. tividad	# Oj	Plan Diario #Horas teóricas	#Horas plan	#Horas #Horas	Horario	Metrado Ejecutado	#Horas	Fase	Partida de control	Destino Especifico
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
2	ACARRERO DE MATERIAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
4	ENCOFRADO DE MURO Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
5	IMPLANTACIÓN URBANA	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
6	LIMPIEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
7	ENCOFRADO DE SARDINELES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
8	<i>compartido las horas por falta 1 persona</i>	gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO
9		gb		0.00	0.00	0.00							0.00	ALTOS	ENCOFRADO

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observación			
			Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	N°Act.	Piso	Sect or	
1	Operario	00000116	AMAYA PARO FERNANDO LUIS	01	8.5	N											12	3
4	Capataz	00000252	CASTRO PEÑA, ISIDRO	01	8.5	N	01	2	60%	01	4	100%					12	3
8	Operario	00000254	CANCHARI MENDOZA, JORGE MIGUEL	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%					12	3
10	Operario	0050402	CASTRO LIMA ALFREDO	01	8.5	N											12	3
15	Operario	00001296	COVEÑAS GUILLERMO CESAR AUGUSTO	01	8.5	N											12	3
20	Operario	00000858	DE LA CRUZ CCOÑA JIMMY EDGAR	01	8.5	N	08	2	60%	08	2	100%					12	3
	Operario	00000858	GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	01	8.5	N											12	3
22	Operario	00002648	GOMEZ OLANO, CESAR AUGUSTO	01	8.5	N											12	3
23	Operario	00002649	JARAMILLO ESCOBEDO, JUAN CARLOS	01	8.5	N	08	2	60%	08	2	100%					12	3
24	Operario	00002650	LEGUIA MINA JESUS DANIEL	01	8.5	N											12	3
28	Operario	00002652	MARTINEZ DEL AGUILA WALTHER JAVIER	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%					12	3
28	Operario	00002654	MOSTACERO, MAURICIO WILMER	01	8.5	N											12	3
29	Operario	00002655	NUÑEZ CURI, ORLANDO FELIX	01	8.5	N											12	3
30	Operario	00002656	RODAS CARHUATANTA, WILSON	01	8.5	N											12	3
31	Operario	00002657	SERRATO MARMANILLO, WILFREDO JAMES	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%					12	3
32	Operario	00002658	SIGUENAS XXX, JIMMY JUNIOR	01	8.5	N											12	3
	Oficial		ZARATE QUIJADA, ANGELLO OMAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Operario	00002659	ZARATE SOTO, EDUARDO	01	8.5	N											12	3
34	Oficial		TANTA HUACAUSI ROBERTO	01	8.5	N											12	3
35	Operario		SALDIVAR PALOMINO JOHN	01	8.5	N											12	3
36	Operario		RAMON SANOS MILTON	01	8.5	N											12	3
	Operario		SANTAMARIA ACOSTA LUIS	01	8.5	N											12	3
	Oficial		Intor Chilon Cristian	01	8.5	N											12	3

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO
[Signature]

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

Etapas 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 4

1/2

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A. **ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 0000000001** FECHA: Miércoles 28/03/23 TF 3
 OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4 Responsable: CASTRO PEÑA ISIDRO

Nro.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Und.	Observaciones	Metrado	Produc. tividad	# CO	#Horas teóricas	#Horas plan	#Hr/día	Horario	Metrado Ejecutado	#Horas	Fase	Partida de control	Destino Específico
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
2	ACARREO DE MATERIAES TORRE	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
4	ENCOFRADO DE MURQ Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
5	ARMADURA URRANIA	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
6	LIMPIEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
7	ENCOFRADO DE BARRIALES TORRE	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
8	Intervención Altos 4 etapa Torre 4	gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO
9		gb		0.00	0.00		0.00		0.00				0.00	ALTOS	ENCOFRADO

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observación		
			Act.	Horas	Tipo	N°Act.	Piso	SECT or									
1	Operario	00000116	0/	8.5	N											12	4
4	Capataz	0000252	0/	8.5	N	0/	2	60%	0/	4	100%					12	4
6	Operario	0000254	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
10	Operario	0050402	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
15	Operario	00001296	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
20	Operario	00000858	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
20	Operario	GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
22	Operario	00002648	0/	8.5	N											12	4
22	Operario	00002649	0/	8.5	N											12	4
23	Operario	00002650	0/	8.5	N											12	4
26	Operario	00002652	0/	8.5	N	0/	2	60%	0/	2	100%					12	4
28	Operario	00002654	0/	8.5	N											12	4
29	Operario	00002655	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
30	Operario	00002656	0/	8.5	N	0/	2	60%	0/	2	100%					12	4
31	Operario	00002657	0/	8.5	N	0/	2	60%	0/	2	100%					12	4
32	Operario	00002658	0/	8.5	N											12	4
32	Oficial	ZARATE QUIJADA, ANGELLO OMAR	0/	8.5	N											12	4
33	Operario	00002659	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4
34	Oficial	TANTA HUACAUSI ROBERTO	0/	8.5	N											12	4
35	Operario	SALDIVAR PALOMINO JOHN	0/	8.5	N											12	4
36	Operario	RAMON SANOS MILTON	0/	8.5	N											12	4
36	Operario	SANTAMARIA ACOSTA LUIS	0/	8.5	N											12	4
	Oficial	Intor Chilón Cristian	0/	8.5	N	0/	2	60%								12	4

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO
[Firma]

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

Etapa 5 - Torre 1 - PISO 13 - Sector 1

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A. **ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 000000001** FECHA: 14/08/23 TF 3
 OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4 Responsable: CASTRO PEÑA ISIDRO

No.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Und	Observaciones	Plan Diario				Ejecutado				Fase	Partido de control	Destino Específico	
				Metrado	Produc-tividad	# Ob- servaciones	# Horas teóricas	# Horas plan	#Horas reales	Metrado Ejecutado	#Horas				
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
2	ACARREO DE MATERIAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
4	ENCOFRADO DE MURO Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
5	HABILITACIÓN URBANA	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
6	JIMINEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
7	ENCOFRADO DE SARDINELES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
8	<i>Colocacion de plataforma</i>	gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
9		gb		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	ALTOS	ENCOFRADO	

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observacion		
			Act	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	N°Act.	Piso	SBCI
1	Operario	00000116	AMAYA PARO FERNANDO LUIS	01	8.5	N	08	2	60%	01	4	100%				13	✓
4	Capataz	0000252	CASTRO PEÑA, ISIDRO	01	8.5	N	01	2	60%							13	✓
6	Operario	0000254	CANCHARI MENDOZA, JORGE MIGUEL	01	8.5	N										13	✓
10	Operario	0050402	CASTRO LIMA ALFREDO	01	8.5	N	01	2	60%							13	✓
15	Operario	00001296	COVEÑAS GUILLERMO CESAR AUGUSTO	01	8.5	N										13	✓
20	Operario	00000859	DE LA CRUZ CCOÑA JIMMY EDGAR	01	8.5	N	08	2	60%							13	✓
	Operario		GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	01	8.5	N										13	✓
22	Operario	00002648	GOMEZ OLANO, CESAR AUGUSTO	01	8.5	N										13	✓
23	Operario	00002649	JARAMILLO ESCOBEDO, JUAN CARLOS	01	8.5	N										13	✓
24	Operario	00002650	LEGUIA MINA JESUS DANIEL	01	8.5	N										13	✓
26	Operario	00002652	MARTINEZ DEL AGUILA WALTHER JAVIER	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%				13	✓
28	Operario	00002654	MOSTACERO, MAURICIO WILMER	01	8.5	N										13	✓
29	Operario	00002655	NUÑEZ CURI, ORLANDO FELIX	01	8.5	N										13	✓
30	Operario	00002656	RODAS CARHUATANTA, WILSON	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%				13	✓
31	Operario	00002657	SERRATO MARMANILLO, WILFREDO JAMES	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%				13	✓
32	Operario	00002658	SIQUEÑAS XXX, JIMMY JUNIOR	01	8.5	N										13	✓
	Oficial		ZARATE GUILJADA, ANGELLO OMAR	01	8.5	N	08	2	60%							13	✓
33	Operario	00002659	ZAFATE SOTO, EDUARDO	01	8.5	N										13	✓
34	Oficial		TANTA HUACAUSI ROBERTO	01	8.5	N										13	✓
35	Operario		SALDIVAR PALOMINO JOHN	01	8.5	N										13	✓
36	Operario		RAMON SANOS MILTON	01	8.5	N										13	✓
	Operario		SANTAMARIA ACOSTA LUIS	01	8.5	N										13	✓
	Oficial		Intor Chilon Cristian	01	8.5	N										13	✓

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

Capa 5 - Torre 1 - piso 13 - sector 2

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A.
OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC

ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 0000000001
Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4

Responsible: CASTRO PEÑA ISIDRO

FECHA: *vier 11es 25/09/22*

No.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Lnd	Observaciones	Plan Diario				Ejecutado		Fase	Partida de control	Destino Especifico	
				Metrado	Produc. (litros)	# Ob.	# Horas plan	# Horas	Metrado Ejecutado				# Horas
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
2	ACARREO DE MATERIAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
4	ENCOFRADO DE MURO Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
5	HABILITACIÓN URBANA	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
6	LIMPIEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
7	ENCOFRADO DE SARDINELES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
8		gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	
9		gb		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	ALTOS	ENCOFRADO	

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observación		
			Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	N° Act.	Piso	Sección
1	Operario	0000116	AMAYA PARO FERNANDO LUIS	01	8.5	N											
4	Capataz	0000252	CASTRO PEÑA, ISIDRO	01	8.5	N	01	2	60%	01	4	100%			13	2	
6	Operario	0000254	CANCHARI MENDOZA, JORGE MIGUEL	01	8.5	N									13	2	
10	Operario	0050402	CASTRO LIMA ALFREDO	01	8.5	N	01	2	60%						13	2	
15	Operario	00001296	COVEÑAS GUILLERMO CESAR AUGUSTO	01	8.5	N									13	2	
20	Operario	00000858	DE LA CRUZ CCOÑA JIMMY EDGAR	01	8.5	N									13	2	
	Operario		GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	01	8.5	N									13	2	
22	Operario	00002648	GÓMEZ OLANO, CESAR AUGUSTO	01	8.5	N									13	2	
23	Operario	00002649	JARAMILLO ESCOBEDO JUAN CARLOS	01	8.5	N									13	2	
24	Operario	00002650	LEGUIA MINA JESUS DANIEL	01	8.5	N									13	2	
26	Operario	00002652	MARTINEZ DEL AGUILA WALTHER JAVIER	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%			13	2	
28	Operario	00002654	MOSTACERO, MAURICIO WILMER	01	8.5	N									13	2	
29	Operario	00002655	NUÑEZ CURI, ORLANDO FELIX	01	8.5	N									13	2	
30	Operario	00002656	RODAS CARHUATANTA, WILSON	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%			13	2	
31	Operario	00002657	SERRATO MARMANILLO, WILFREDO JAMES	01	8.5	N	01	2	60%	01	3	100%			13	2	
32	Operario	00002658	SIGUEÑAS XXX, JIMMY JUNIOR	01	8.5	N									13	2	
	Oficial		ZARATE QUIJADA, ANGELLO OMAR	01	8.5	N									13	2	
33	Operario	00002659	ZARATE SOTO, EDUARDO	01	8.5	N	03	2	60%	03	1	100%			13	2	
34	Oficial		TANTA HUACAUSI ROBERTO	01	8.5	N									13	2	
35	Operario		SALDIVAR PALOMINO JOHN	01	8.5	N									13	2	
36	Operario		RAMON SANOS MILTON	01	8.5	N									13	2	
	Operario		SANTAMARIA ACOSTA LUIS	01	8.5	N									13	2	
	Oficial		Intor Chilón Cristian	01	8.5	N									13	2	

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO
[Signature]

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 + Sector 3

1/2

MIRANDA CONSTRUCTORES S.A. **ORDEN DE TRABAJO - MO - Nro. 0000000001** FECHA: sábado 20/05/23 TP 3
 OBRA: PROYECTO LA ALAMEDA RIMAC Grupo de trabajo: GT ENCOFRADOS - ALTOS 4 Responsable: CASTRO PEÑA ISIDRO

No.	Actividad (Indicar el Área y/o sub-área)	Und	Observaciones	Plan Diario				Ejecutado		Fase	Partida de control	Destino Específico
				Metrado	Produc. Invidad	# Ols	# Horas técnicas	# horas plan	Horario			
1	ENCOFRADO TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
2	ACARRIO DE MATERIAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
3	ENCOFRADO DE ESCALERAS TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
4	ENCOFRADO DE MURO Y LOSA TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
5	HABILITACIÓN URRAMA	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
6	LIMPIEZA DE ENCOFRADO	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
7	ENCOFRADO DE SARDINELES TORRE	gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
8		gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO
9		gb		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	ALTOS	ENCOFRADO

Tipo: N (Normal), E60 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%)

Categoría	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			Observacion		
			Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	Act.	Horas	Tipo	N°Act.	Piso	SECT
1	Operario	00000116	AMAYA PARO FERNANDO LUIS	01	5.5	N										13	3
4	Capataz	00000252	CASTRO PEÑA, ISIDRO	01	5.5	N	01	2	60%	01	4	100%				13	3
6	Operario	00000254	CANCHARI MENDOZA, JORGE MIGUEL	01	5.5	N										13	3
10	Operario	0050402	CASTRO LIMA ALFREDO	01	5.5	N	01	2	60%							13	3
15	Operario	00001296	COVEÑAS GUILLERMO CESAR AUGUSTO	01	5.5	N										13	3
20	Operario	00000858	DE LA CRUZ CCOÑA, JIMMY EDGAR	01	5.5	N										13	3
21	Operario	00002648	GONZALES MALDONADO, ALEX HENRY	01	5.5	N										13	3
22	Operario	00002648	GOMEZ OLANO, CESAR AUGUSTO	01	5.5	N										13	3
23	Operario	00002649	JARAMILLO ESCOBEDO, JUAN CARLOS	01	5.5	N										13	3
24	Operario	00002650	LEGUIA MINA, JESUS DANIEL	01	5.5	N										13	3
26	Operario	00002652	MARTINEZ DEL AGUILA, WALTER JAVIER	01	5.5	N	01	2	60%	01	2	100%				13	3
28	Operario	00002654	MOSTACERO, MAURICIO WILMER	01	5.5	N										13	3
29	Operario	00002655	NUÑEZ CURI, ORLANDO FELIX	01	5.5	N										13	3
30	Operario	00002656	RODAS CARIHUATANTA, WILSON	01	5.5	N	01	2	60%	01	2	100%				13	3
31	Operario	00002657	SERRATO MARMANILLO, WILFREDO JAMES	01	5.5	N	01	2	60%	01	2	100%				13	3
32	Operario	00002658	SIGUEÑAS XXX, JIMMY JUNIOR	01	5.5	N										13	3
33	Oficial	00002659	ZARATE QUIJADA, ANGELLO OMAR	01	5.5	N										13	3
34	Oficial		ZARATE SOTO, EDUARDO	01	5.5	N										13	3
34	Oficial		TANTA HUACAUSI ROBERTO	01	5.5	N										13	3
35	Operario		SALDIVAR PALOMINO JOHN	01	5.5	N										13	3
36	Operario		RAMON SANOS MILTON	01	5.5	N										13	3
36	Operario		SANTAMARIA ACOSTA LUIS	01	5.5	N										13	3
	Oficial		Intor Chilon Cristian	01	5.5	N										13	3

RESPONSABLE
CASTRO PEÑA ISIDRO

SUPERVISOR
FABIOLA LANDA

ING RESPONSABLE DE AREA
Cristian Padilla

ANEXO N° 3. Circuito Fiel

CIRCUITO FIEL PARA ENCOFRADO MODULAR: EDIFICIO MULTIFAMILIAR “ALTOS V LA ALAMEDA DEL RIMAC”							
“Análisis Comparativo entre Encofrado Modular y Encofrado Tradicional Respecto a Rendimiento, Tiempo y Costo en Construcción de Viviendas Multifamiliares en Lima 2023”							
Autores:		Oblitas Vásquez, Carlos Torres Sojo, Eduardo Fernando					
CUADRILLA PROPUESTA		ENCOFRADO LOSA Y MUROS (m²)					
11 PAREJAS + 8.5 HH C/U		# Personas	Lunes y martes = 22		Miércoles - sábado = 23		
1 CAPATAZ + 8.5 HH		Horas al día torres	5.5		5.5		
SEMANA							
INDICADORES		L	M	M	J	V	S
		21/08/2023	22/08/2023	23/08/2023	24/08/2023	25/08/2023	26/08/2023
		Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 2	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 3	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 12 - Sector 4	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 1	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 2	Etapa 5 - Torre 1 - Piso 13 - Sector 3
Horas H. trabajadas							
Horas H. Total							
<i>Horas Hombre Acumuladas</i>							
<i>Metrado Diario</i>							
<i>Metrado Acumulado</i>							
<i>Rendimiento Diario</i>							
<i>Rendimiento Acum</i>							
<i>Rendimiento Presup</i>							
Rendimiento (hh/m2)							
Tiempo Instalación Encofrado (HH)							
Costo en soles (S/)							

CIRCUITO FIEL PARA ENCFRADO TRDICIONAL: EDIFICIO MULTIFAMILIAR “LIKE ONE”						
“Análisis Comparativo entre Encofrado Modular y Encofrado Tradicional Respecto a Rendimiento, Tiempo y Costo en Construcción de Viviendas Multifamiliares en Lima 2023”						
Autores:	Oblitas Vásquez, Carlos Torres Sojo, Eduardo Fernando					
CUADRILLA PROPUESTA	ENCOFRADO, PLACAS, COLUMAS, VIGAS Y LOSAS (m²)					
# PAREJAS * 8.5 HH C/U	# Personas	Lunes – sábado: _____				
# CAPATAZ * 8.5 HH	Horas al día torres	8.5				
INDICADORES	SEMANA					
	L	M	M	J	V	S
	P2-S1	P2-S2	P3-S1	P3-S2	P4-S1	P4-S2
Horas H. trabajadas						
Horas H. Total						
<i>Horas Hombre Acumuladas</i>						
<i>Metrado Diario</i>						
<i>Metrado Acumulado</i>						
<i>Rendimiento Diario</i>						
<i>Rendimiento Acum</i>						
<i>Rendimiento Presup</i>						
Rendimiento (hh/m²)						
Tiempo Instalación Encofrado (HH)						
Costo en soles (S/)						

ANEXO N° 4: APUS de la Obra “BESCO S.A.C.”

Partida	01.01.02.02.03.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO.	160.0000	EQ.	160.0000	Costo unitario directo por: m2	24.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0050	30.14	0.15	
0101010003	OPERARIO	hh	8.0000	0.4000	25.29	10.12	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0500	20.14	1.01	
							11.28
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0800	3.93	0.31	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0100	4.04	0.04	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.0150	4.04	0.06	
0222140010	DESMOLDANTE	gal		0.0200	17.27	0.35	
0276030021	SEPARADORES CEMENTO (3 cm.)	und		4.0000	0.18	0.72	
0292010005	VIRUTA DE ACERO	bol		0.0200	5.70	0.11	
							1.59
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.28	0.56	
0301030020	BANCAS DE MADERA	und		0.0004	108.15	0.04	
							0.60
Subcontratos							
04050200020004	SC ENCOFRADO MOVILIZACION	glb		1.0000	0.48	0.48	
0405020003	SC DE SERVICIO DE MANTENIMEINTO ENCOFRADO	glb		1.0000	0.37	0.37	
0405060049	SC ALQUILER DE ENCOFRADO FORSA (LEASING)	m2		1.0000	9.92	9.92	
							10.77

Partida	01.01.02.02.04.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA LOSA MACIZA						
Rendimiento	m2/DIA	MO.	155.0000	EQ.	155.0000	Costo unitario directo por: m2	26.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0052	30.14	0.16	
0101010003	OPERARIO	hh	10.0000	0.5161	25.29	13.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0516	20.14	1.04	
							14.25
Materiales							
0222140010	DESMOLDANTE	gal		0.0200	17.27	0.35	
0276030012	SEPARADORES PLASTICOS (2 cm:) EN FIERRO DE LOSAS	und		4.0000	0.14	0.56	
0292010005	VIRUTA DE ACERO	bol		0.0300	5.70	0.17	
							1.08
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.25	0.71	
0301030020	BANCAS DE MADERA	und		0.0010	108.15	0.11	
							0.82
Subcontratos							
04050200020004	SC ENCOFRADO MOVILIZACION	glb		1.0000	0.48	0.48	
0405020003	SC DE SERVICIO DE MANTENIMEINTO ENCOFRADO	glb		1.0000	0.37	0.37	
0405060049	SC ALQUILER DE ENCOFRADO FORSA (LEASING)	m2		1.0000	9.92	9.92	
							10.77

Partida	01.01.02.02.05.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA VIGA				Costo unitario directo por: m2		26.92
Rendimiento	m2/DIA	MO.	155.0000	EQ.	155.0000		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0052	30.14	0.16	
0101010003	OPERARIO	hh	10.0000	0.5161	25.29	13.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0516	20.14	1.04	
14.25							
Materiales							
0222140010	DESMOLDANTE	gal		0.0200	17.27	0.35	
0276030012	SEPARADORES PLASTICOS (2 cm:) EN FIERRO DE LOSAS	und		4.0000	0.14	0.56	
0292010005	VIRUTA DE ACERO	bol		0.0300	5.70	0.17	
1.08							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	14.25	0.71	
0301030020	BANCAS DE MADERA	und		0.0010	108.15	0.11	
0.82							
Subcontratos							
04050200020004	SC ENCOFRADO MOVILIZACION	glb		1.0000	0.48	0.48	
0405020003	SC DE SERVICIO DE MANTENIMEINTO ENCOFRADO	glb		1.0000	0.37	0.37	
0405060049	SC ALQUILER DE ENCOFRADO FORSA (LEASING)	m2		1.0000	9.92	9.92	
10.77							

Partida	01.01.02.02.06.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO.	120.0000	EQ.	120.0000	Costo unitario directo por : m2		31.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	30.14	0.20		
0101010003	OPERARIO	hh	10.0000	0.6667	25.29	16.86		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	20.14	1.34		
18.40								
Materiales								
0222140010	DESMOLDANTE	gal		0.0200	17.27	0.35		
0276030012	SEPARADORES PLASTICOS (2 cm:) EN FIERRO DE LOSAS	und		4.0000	0.14	0.56		
0292010005	VIRUTA DE ACERO	bol		0.0300	5.70	0.17		
1.08								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	18.40	0.92		
0301030020	BANCAS DE MADERA	und		0.0012	108.15	0.13		
1.05								
Subcontratos								
04050200020004	SC ENCOFRADO MOVILIZACION	glb		1.0000	0.48	0.48		
0405020003	SC DE SERVICIO DE MANTENIMEINTO ENCOFRADO	glb		1.0000	0.37	0.37		
0405060049	SC ALQUILER DE ENCOFRADO FORSA (LEASING)	m2		1.0000	9.92	9.92		
10.77								

ANEXO N° 6: PLANO DE UBICACIÓN “LIKE ONE”.

