



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Aplicación de encofrados modulares para mejorar la productividad en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

#### **AUTOR:**

Espinoza Oblitas, Jorge Auner (ORCID: 0000-0001-6307-2595)

#### **ASESOR:**

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**CALLAO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicado especialmente a mis seres queridos:

A mi Padre, don Romelio Espinoza Ramos.

A mi madre, doña María Irene Oblitas Vásquez; quienes son los merecedores de todo el éxito de nosotros sus hijos; por su ayuda, su inagotable apoyo y su amor incondicional.

A Dios, por ser mi guía y la fuente de iluminación de mi vida; por permitirme alcanzar esta meta.

A mis hermanos por su apoyo en los buenos y malos momentos.

***Jorge A. Espinoza Oblitas***

### **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a Dios por guiarme en esta investigación.

Agradezco a mis padres quienes son la fuente de inspiración y ejemplos a seguir.

A mis hermanos y familiares que a pesar de las adversidades de la vida siempre creyeron en mí en cada momento.

Agradezco a mi tío Carlos Oblitas Vásquez por su asesoramiento metodológico, ayuda y por su apoyo profesional para la orientación en el desarrollo de este estudio.

A todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este logro y de algún modo me ayudaron y depositaron su confianza en mí, brindándome su apoyo e hicieron posible que pudiera alcanzar una gran meta en mi vida profesional.

*Jorge A. Espinoza Oblitas*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
<b>I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>27</b>
<b>III METODOLOGÍA.....</b>	<b>43</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	43
3.2 Variables y operacionalización.....	43
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	44
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	44
3.5 Procedimientos .....	46
3.6 Método de análisis de datos .....	50
3.7 Aspectos éticos .....	50
<b>IV RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
4.1 Determinar que los bajos costos aplicando encofrados modulares mejorará la productividad. ....	51
4.2 Demostrar que los tiempos de instalación de encofrados modulares contribuirá con la productividad en la construcción. ....	62
4.3 Establecer el rendimiento de MO en los encofrados modular y tradicional.....	63
4.4 Determinar que aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca. ....	67
<b>V DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>VII RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Pesos de los paneles de encofrado de aluminio .....	33
Tabla 2. Pesos de los paneles de encofrado de aluminio .....	33
Tabla 3. Mano de obra del sistema tradicional .....	38
Tabla 4. Requerimiento del sistema tradicional .....	39
Tabla 5. Evaluación funcional de encofrados tradicionales .....	40
Tabla 6. Rendimiento de encofrado tradicional .....	40
Tabla 7. MO del sistema de encofrado modular .....	41
Tabla 8. Requerimiento del SEM.....	41
Tabla 9. Evaluación funcional de encofrado de aluminio .....	42
Tabla 10. Rendimiento del sistema de encofrado modular .....	42
Tabla 11. Ingenieros participantes del juicio de expertos.....	45
Tabla 12. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de columnas.....	52
Tabla 13. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de muros .....	52
Tabla 14. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de vigas .....	53
Tabla 15. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de losa maciza .....	54
Tabla 16. Presupuesto total sistema de encofrado modular .....	55
Tabla 17. Costo U.D. por m <sup>2</sup> respecto al encofrado normal en columnas.....	56
Tabla 18. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encof. y desencofrado de muros caravista .....	57
Tabla 19. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encof. y desencofr. de vigas integradas a losa..	57
Tabla 20. Costo U.D. por m <sup>2</sup> de encof. y desencofrado de losa maciza .....	58
Tabla 21. Presupuesto según el encofrado tradicional.....	59
Tabla 22. Comparación de costo parcial de MO entre tradicional y modular .....	60
Tabla 23. Comparación de presupuestos.....	62
Tabla 24. Tiempos programados según el sistema de encofrado a usar .....	63
Tabla 25. Rendimiento de MO aplicando encofrado modular .....	64
Tabla 26. Rendimiento de MO aplicando encofrado tradicional .....	64
Tabla 27. Resumen de rendimiento de MO de los sistemas de encofrado .....	66

**Índice de gráficos y figuras**

Figura 1: Diseño de losa maciza convencional .....	48
Figura 2. Diseño de columnas, vigas y escaleras .....	48
Figura 3. Diseño de losa maciza .....	49
Figura 4. Diseño de primer nivel.....	49
Figura 5. Diseño de segundo y tercer nivel .....	49
Figura 6. Comparación de costo de MO entre sistemas de encofrado.....	61
Figura 7. Rendimiento de MO de los sistemas de encofrados .....	66

## Resumen

Esta investigación tiene como objetivo determinar que aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca, con el cual se responde a la realidad problemática.

En cuanto al tipo de investigación es aplicativo porque busca conocer cuál sistema es el más productivo en cuanto a costo, tiempo y rendimiento; Según su enfoque es cuantitativa porque evalúa numéricamente porcentajes; y según su nivel es descriptivo porque señala rasgos y cualidades que serán contrastados para conocer si el EM mejora la productividad en la construcción de viviendas.

Por otro lado, de los resultados encontrados se concluye que aplicando el encofrado modular en vez del tradicional se ahorra S/. 82,912.49, equivalente a 60% del costo total de encofrados. Así mismo, disminuye los tiempos a 30 días, mientras que, si aplicamos el encofrado tradicional, aumentará a 60 días, equivalente al 50% de ahorro de tiempo en la entrega de la obra.

Finalmente, aplicando encofrado modular, el rendimiento de MO será 25.54 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando el ST, el rendimiento es 10.80 m<sup>2</sup>/día, ahorrando 14.74 m<sup>2</sup>/día, equivalente al 57.71% en favor del Modular. Sin duda, que la productividad aumentará y mejorará con el uso de esta novedosa tecnología.

**Palabras claves:** Encofrado modular, encofrado tradicional, productividad y vivienda multifamiliar.

## Abstract

This research aims to determine that applying the modular formwork system will increase productivity in the construction of multifamily homes in Jaén – Cajamarca, with which the problematic reality is answered.

As for the type of research it is applicable because it seeks to know which system is the most productive in terms of cost, time and performance; it is quantitative because it numerically evaluates percentages; and according to its level it is descriptive because it points out traits and qualities that will be tested to know if MS improves productivity in the construction of homes.

On the other hand, it is concluded from the results found that applying modular formwork instead of the traditional one saves S/. 82,912.49, equivalent to 60% of the total cost of formwork. It also reduces the times to 30 days, while, if we apply the traditional formwork, it will increase to 60 days, equivalent to 50% time savings in the delivery of the work.

Finally, applying modular formwork, the MO performance will be 25.54 m<sup>2</sup>/day, while, applying the ST, the performance is 10.80 m<sup>2</sup>/day, saving 14.74 m<sup>2</sup>/day, equivalent to 57.71% in favor of the Modular. To be sure, productivity will increase and improve with the use of this new technology.

**Keywords:** Modular formwork, traditional formwork, productivity and multifamily housing.



## I INTRODUCCIÓN

En la historia de la humanidad, la migración interna y externa es un fenómeno cada vez más constante. Es habitual que fruto de la necesidad y anhelo de desarrollo de los campesinos se produzca la migración y con ello, el crecimiento demográfico en muchas ciudades, la cual no está exenta la ciudad de Jaén, como se muestra en el Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013 – 2025 (PDUCJ, 2013), que producto de las expectativas de desarrollo de la población rural, se acentúa el proceso de migración interna, las poblaciones de las zonas rurales migran hacia la Ciudad en busca de mejores condiciones de vida, a expectativas de acceso a Salud y Educación para los miembros de la familia, actualmente, la Ciudad de Jaén registra (...) una tasa de crecimiento de 3.71% anual (período 2007 – 2013), (PDUCJ).

Sin embargo, según (Ccancre 2016, p.86; sobre datos de INEI-CAPECO área estadística, pp.86) citado en Calderón (2019) a nivel nacional se produjo el incesante incremento del déficit de viviendas, así como el crecimiento de la informalidad urbana. En 1990 el déficit era de 745,079 unidades de vivienda, en 1995 había subido a 892,744 viviendas y, en 1999, había cruzado la barrera del millón de unidades de déficit, como dice Quesada (1984) el número de viviendas que se construyen en el país en un año, es mucho menor que el que se requiere simplemente para cubrir el aumento de la población. Todo este déficit dio origen a las llamadas creación de barridas en los conos norte y sur de Lima, apoyadas por el gobierno de ese entonces.

Dicho fenómeno produce un impacto en distintos sectores sociales, específicamente en el crecimiento urbano, en muchos casos un crecimiento desordenado, que se ha ido desarrollando en todas direcciones, haciéndose cada vez más fuerte hacia el este, caracterizado por el caos y el incumplimiento de las normas técnicas (PDUCJ). Las edificaciones han sido construidas por sistemas convencionales (Albañilería confinada) o dual aporricado usando encofrados tradicionales.

También, este fenómeno ha producido un déficit de viviendas en la ciudad, lo que motiva a muchos a construir de manera informal, es decir, construcciones sin

asesoría técnica. En ese sentido, la informalidad laboral se mantuvo en un 70% de la Población Económicamente Activa (PEA) y la informalidad urbana explotó, ... Según información del sector público, las barriadas (denominados Barrios Urbanos Marginales, BUM) a nivel nacional pasaron de 7,419 en el 2002 a 8,940 en el 2007 y su población de 7'717,336 a 7'642,658 habitantes (Calderón, 2019), y como dice Santoyo (2015) este fenómeno ha provocado viviendas de baja calidad y elevados costes económicos y sociales. Por tanto, la mayoría de la población no puede obtener una grave escasez de vivienda de alta calidad, por lo que es necesario analizar un nuevo sistema constructivo que garantice menores costos, menor tiempo de ejecución y adecuada calidad de vivienda.

Por otro lado, similares causas han desencadenado el déficit de viviendas en otros países, como en el caso de los migrantes de México y centro América a los Estados Unidos que son vistos como cuerpos deportables y mercancías de valor para los negocios del tráfico, explotación sexual, secuestro y extorsión, sin embargo, en la novela les asigna cierto nivel de agencia destacando estrategias de movilidad y supervivencia (Rodríguez, 2017).

A ello se suma, que la productividad en las empresas se ve afectada porque sus sistemas de producción no han realizado suficiente investigación y planificación para desarrollar métodos de trabajo más adecuados para ejecutar sus procesos. Para mejorar la rentabilidad de un negocio o empresa, éste debe incrementar su nivel de productividad, por lo que es fundamental utilizar los medios que le permitan incrementar su nivel de productividad. El medio básico para lograr este incremento es aplicar el tiempo de aprendizaje y acción (Ulco, 2015, pág. 01), es por ello que el uso de nuevas metodologías y tecnologías ayudaran a mejorar dichos procesos. Para hacer frente a los problemas antes mencionados, se propone una posible solución mediante el uso del sistema modular de encofrados el propósito es aumentar la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares de muros de ductilidad limitada; aporte que permitirá ganar espacio, ya que, hoy en día por la demanda, los terrenos son lotizados con medidas de 5x20 y de 6x20, que muchas veces dificulta el diseño arquitectónico con el cual se pierde la estética. Por ello, se considera que el uso del sistema modular de encofrados en edificaciones de

ductilidad limitada es la mejor alternativa, ya que con este sistema se optimizará los tiempos de entrega de la obra, satisfacción de clientes, se obtendrá mejores acabados, se optimizará los costos financieros y sociales.

En ese sentido, se ha formulado el siguiente problema: ¿De qué manera la aplicación de encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca?

Esta investigación demuestra una gran importancia y una justificación por que se sustenta bajo una necesidad de la población; es por ello que es conveniente detallar las siguientes razones de justificación:

**Técnica:** En el ámbito técnico se ha justificado, por la importancia que tiene la tesis desde el punto de vista innovador, es decir, usando el sistema modular de encofrado se podrá aumentar la productividad en construcción de viviendas multifamiliares, beneficiando al cliente, en cuanto tiempo en la entrega de obra, en los mejores acabados, eliminación de desperdicios y convertirse en alternativa como nueva tecnología acorde a las necesidades del mercado, siguiendo siempre la excelencia de material metálico y fiel cumplimiento de las normas.

**Económica:** Por otro lado, permite ahorro económico tanto al cliente como al constructor, reduciendo tiempos, obteniendo mejores acabados.

**Social:** El impacto repercutirá positivamente tanto a Jaén como en la población cercana porque el producto que se ofertará será de calidad.

**Ambiental:** Construir aplicando el sistema de encofrado modular contribuirá con el cuidado del medio ambiente evitando así no solo contaminarlo, sino que se prevendrá de cualquier infección cutánea e interna por la contaminación de los desperdicios de la construcción.

**Aplicada:** Se rige a procedimientos y metodologías lo cual ayudan a resolver los problemas de una población que será beneficiará reduciendo el costo, tiempo, mejores acabados, etc.

En cuanto a los objetivos, el objetivo general es determinar que el sistema de encofrado modular aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca. Como objetivo específico: determinar que el bajo costo de los encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca; demostrar que el tiempo de instalación de EM ayudará a la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca, para incrementar la productividad; se determina que el rendimiento de MO del encofrado modular aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca. Finalmente, como hipótesis se formuló: Aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca.

Esta investigación, en cuanto a la aplicación del sistema de encofrado modulares se delimitará a la construcción de proyectos en serie de viviendas multifamiliares de arquitectura simétrica de 3 plantas, debido a la necesidad de cubrir brechas instaladas por falta de una vivienda digna que la población de Jaén exige. Ante ello, nace la idea de innovar el proceso constructivo con nueva tecnología de encofrados, sustituyendo así a los encofrados tradicionales, cuya finalidad es reducir tiempos de entrega de obra y reducción de costos económicos tanto para empresarios dedicados a la construcción de proyectos de construcción, como para los interesados en adquirir una vivienda acorde a sus posibilidades de ingresos económicos.

El diseño de dicha vivienda es acorde a los requisitos arquitectónicos reglamentarios, cuyas características son: tres (3) niveles, cuya área de construcción es de aproximadamente 314.64 m<sup>2</sup> de todos los niveles. La vivienda multifamiliar cuenta con 02 departamentos por nivel. Y cada nivel está distribuido de la siguiente manera: el departamento frontal cuenta con 02 dormitorios, cocina, sala-comedor, y un baño comunitario; el segundo departamento interior cuenta con un dormitorio, cocina, sala-comedor y un baño comunitario.

## II MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales se han encontrado investigaciones que fundamentan la optimización de encofrados modulares; en ese sentido según Arapa y Maldonado (2019, p. 204), en su investigación “Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y de madera en la construcción de edificios de la Ciudad del Cuzco – 2017” concluyen que los encofrados metálicos tienen múltiples elementos geoméricamente similares, resulta mucho más económico. En ese sentido, el costo es S/. 23,89/m<sup>2</sup>; mientras que el uso del sistema tradicional tiene un costo de S/. 52,23/m<sup>2</sup>, considerando cuatro usos debido a la mayor deformación ante factores climáticos, mientras que el empleo de encofrado metálico se está considerando 150 usos debido a que el deterioro es menor ante factores climáticos. Por otro lado, el uso de encofrados metálicos en la edificación es un método novedoso y práctico que nos permite agilizar el proceso constructivo y obtener mayores beneficios en grandes proyectos con elementos estructurales similares, reduciendo así el tiempo de construcción y los costos laborales. Por otro lado, dado que el sistema tradicional tiene elementos estructurales de diferentes formas geométricas y los materiales que lo constituyen son fácilmente disponibles, el sistema tradicional es efectivo y económico para la construcción de pequeñas edificaciones, sin embargo, requiere de personal calificado, mientras que en el encofrado metálico no se requiere.

Finalmente, dice que el rendimiento de MO en encofrado de columna por el método tradicional es de 11,484 m<sup>2</sup>/día realizado por una cuadrilla formada por 01 operario más 01 oficial, mientras que el rendimiento del encofrado metálico es de 17,247 m<sup>2</sup>/día utilizando una cuadrilla conformada por 01 oficial más 01 peón.

Ante ello, según Castañeda y Lopez (2015, p. 69) en la investigación “Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social caso: condominio Ciudad Verde – puente piedra - Lima” concluye que los encofrados metálicos son 30% más caro que los encofrados de aluminio, esto se debe a que los encofrados de aluminio están modulados, lo cual permite alquilar el panel exacto de cada módulo de vivienda. Asimismo, el

rendimiento en encofrados de aluminio es un 29% superior al de los encofrados metálicos, porque la colocación de los paneles es mucho mas facil y precisos.

Además, en comparación con el aluminio, el sistema de encofrado metálico presenta una mayor calidad en cuanto a desplomes y desniveles de losa, comparado con el de aluminio, ya que representa el 53% del sistema metálico, lo que asegura que el panel se dañe por mal uso. Finalmente, la eficiencia del sistema de encofrado de aluminio se demostró a partir del costo, ahorrando un 6%, la obra gris se entregó a tiempo y el cronograma y calidad de la fundición aumentó en un 12%. (Castañeda y López, p. 68).

Tambien, según Oribe (2014, p. 02 y p. 61) en la investigación “Análisis de costo y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencional en la construcción de edificios en la ciudad de Lima”; el propósito es estudiar qué tan caro y efectivo es el uso del encofrado metálico en comparación con el encofrado tradicional en la construcción de edificios de la ciudad de Lima, en base a ello, la conclusión es que el encofrado metálico es más caro que el de madera, pero a la larga, debido a que se puede reutilizar más veces, es más rentable; en ese sentido, los encofrados tradicionales representan un alto costo en la construcción, los cuales se utilizan varias veces, por lo que su limite a ser usados debe ser de 10 veces maximo, ya que la madera se deteriora por ser frágil y sensible a las herramientas que se usan durante el desencofrado, generando así mayores deshechos.

Además, el rendimiento en los encofrados metálicos es de 15 m<sup>2</sup>/día, mientras que los encofrados tradicionales es de 10 m<sup>2</sup>/día, es decir, el rendimiento de los encofrados metálicos es mayor que el tradicional. Mano de obra no calificada en el uso del primer sistema y mano de obra calificada para el segundo.

Así mismo, según Briceño (2017, p. 53-54) en la investigación “aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra – Condominio Real Carabayllo en el 2016”, concluye que, el 75% utilizó encofrado metálico y un 25% madera, lo que mejora la productividad en edificios con muros de concreto cortados simétricamente. Asimismo, el costo del encofrado modular en viviendas multifamiliares aumentará la productividad.

Por otro lado, ha demostrado que el tiempo para instalar encofrados modulares en viviendas multifamiliares ayudará a aumentar la productividad, ya que, en cada módulo, el encofrado tradicional en muros y losas utilizaron 520 horas hombre (100%), mientras que con EM metálico se requirió 304 horas h. (58.46%), lo que demuestra de esta manera que usando EM reduce el tiempo de instalación en un 41.54%.

Finalmente, la investigación muestra que la aplicación del EM en viviendas multifamiliares beneficia e incrementa el rendimiento. En donde, en muros utilizaron encofrado tradicional y el rendimiento era de 40 m<sup>2</sup> por día, comparado con modular que fue de 70.54 m<sup>2</sup> por día. En cuanto en losas, con el encofrado tradicional (madera) tuvieron un rendimiento de 50 m<sup>2</sup> por día, mientras que con los EM 75 m<sup>2</sup> por día. En ese sentido, dicha actividad aplicando encofrados modulares se concluyera en 05 días, mientras que con el tradicional o convencional (madera) se realizó en 8.5 días.

En el ámbito internacional, existen investigaciones en relación a lo mencionado; por lo que según Chasi (2016, p. 169) en su investigación “Análisis comparativo de un sistema aporticado y un sistema de Muros de Ductilidad Limitada y su incidencia en el costo beneficio” la conclusión extraída del análisis económico, es que el costo de la mano de obra para el edificio aporticado es de S/. 55,518.54 y para la construcción de MDL es S / . 37,950.80, en comparación con el sistema aporticado, reduce el tiempo de ejecución de la construcción, reduce la mano de obra y reduce los costos totales, representando el 33.33%. Y respecto al costo total de encofrados según el sistema de MDL asciende a S/.10,532.80, mientras que según el sistema aporticado asciende a S/.12,534.10, que equivale a 19% más barato que el sistema aporticado.

A su vez, Santiana (2018, p. 09 y p.91-93) en la investigación “Sistema constructivo utilizando encofrado Forsa para soluciones habitacionales en los terrenos urbanizados de Nueva Chamanga, Cantón Muisne, Provincia de Esmeraldas” se plantea como objetivo analizar el sistema constructivo utilizando encofrado forsa aluminio del proyecto construcción de soluciones habitacionales en los terrenos

urbanizados de nueva Chamanga, cantón Muisne, provincia de Esmeraldas, llegando a la conclusión es que el uso de sistemas de encofrado metálico en la construcción puede agilizar el proceso constructivo, de manera que podamos obtener mayores ganancias en grandes proyectos, reduciendo así el tiempo de construcción y los costos laborales.

El costo de MO en el proceso de encofrado es menor que el método tradicional, debido a que el panel ha sido personalizado. Cuando se utilizan métodos tradicionales, debido a que tiene que realizar trabajos previos, como mano de obra, trabajos laboriosos y que requieren mucho tiempo, como talar madera, planchar, trasladar material y trabajos de albañilería, los costos laborales aumentan. Por lo tanto, el costo total de MO de una casa típica utilizando el método de formaletas es de US \$ 1,180.75; el método tradicional totaliza US \$ 4,130.78, el cual se obtiene a través del método de forma, ahorrando un 29% de la fuerza laboral, pero considerando que la forma nos puede proporcionar 1.500 usos Vida útil; aunque el encofrado de madera solo nos da 3 usos, se recomienda no utilizar el encofrado para pequeños proyectos.

Al analizar el costo de MO y la cantidad de casas a construir en un proyecto, podemos referirnos a que a medida que avanza la obra, la producción de la tabla aumentará; por otro lado, el método tradicional hará que la producción disminuya debido a los cambios Tiempo requerido y tiempo perdido en hacerlas. Por lo tanto, luego de terminar 80 casas, ahorramos \$ 236,002.4, que es el 28% de la mano de obra.

Como teorías y normatividad se considera lo siguiente:

**El Reglamento Nacional de Edificaciones, E.020: Cargas.** Esta norma se refiere a la carga que actúa sobre el edificio como son: cargas vivas, cargas muertas, cargas de viento. Todos los elementos estructurales de una edificación deberán tener la capacidad de resistir las cargas impuestas de acuerdo a su uso previsto. La carga actuará en la combinación prescrita y no causarán esfuerzos que exceda la fuerza permisible indicada en su norma de diseño específico para cada material



estructural. Se asume que la carga nunca será menor que el valor mínimo especificado en esta norma. (Cargas, 2006).

**Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030: Diseño Sismorresistente-2018.**

Como Perú se encuentra en zona sísmica, en la presente norma se determina las condiciones mínimas para diseñar edificios que tengan comportamiento sísmico de acuerdo al propósito de su concepto de diseño sísmico es evitar siniestros, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar las pérdidas materiales. Todos ellos se basan en la distribución espacial observada de la actividad sísmica, Características generales del movimiento sísmico y su atenuación con la distancia del epicentro y nueva información estructural, en ese sentido las edificaciones están categorizadas y clasificadas en un sistema estructural que servirán de partida para la aplicación de la norma (Diseño sismo resistente, 2018).

**Reglamento Nacional de Edificaciones, E.060: Concreto Armado.** Esta norma contiene requisitos mínimos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o reforzado. Hay que resaltar que los planos y las especificaciones técnicas de un proyecto estructural deberán cumplir con esta norma que se complementa con las normas E.020 Cargas y E.030 Diseño Sismo resistente. En caso de haber desacuerdos tiene como prioridad a la Norma E.060 (Concreto Armado, 2009).

Por otro lado, según el **Reglamento Nacional de Edificaciones E.060**, los encofrados deben tener las siguientes consideraciones:

Deben adecuar la estructura obtenida al perfil, nivel, alineamiento y tamaño de los elementos indicados en los planos de diseño y especificaciones, deben estar suficientemente sellados para evitar fugas de mortero. Totalmente apoyado o unido para mantener su posición y forma. Por otro lado, el diseño de encofrados y soportes debe asegurar que no dañen estructuras previamente construidas. Del mismo modo, el diseño del encofrado debe considerar los siguientes factores: a) la velocidad y el método de colocación del concreto; b) todas las cargas de construcción, incluidas las cargas de impacto; c) requisitos especiales para

cáscaras de construcción, losas plegables, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de componentes.

Para **Forsa**, los encofrados de aluminio para la construcción de viviendas es un sistema simple, modular, rápido y muy rentable a través del cual se pueden realizar estructuras resistentes a los terremotos en concreto duradero y de alta calidad. Este sistema es más beneficioso a cualquier otro; por ser liviano, rápido y fácil de instalar y de desarmar, y por lo que para transportarlo de un piso a otro no se necesita grúa. Además, permite el vaciado de los muros exteriores, muros interiores y losas de la casa en un día, es decir, el vaciado es integral, reduciendo el porcentaje de desperdicio entre un 0% y un 2%. Cada equipo puede producir de 1.500 a 2.000 viviendas, según el uso y el mantenimiento. Debido a la reducción de peso de cada panel, la reducción de piezas y accesorios por metro cuadrado y el número mínimo de corbatas que se utilizan para conectar los paneles. El número de personal de campo necesario para lograr un rendimiento óptimo por día es mucho mayor.

**Sistema constructivo de encofrados modulares de aluminio.** Según Madrigal (2009, p. 24-25), Forsa pone a disposición de los emprendedores de la construcción un sistema constructivo basado en encofrado altamente flexible y adaptable, gracias al asesoramiento, servicio y apoyo de sus empleados, así como tecnología y calidad que les permitan desarrollar proyectos en la mayor medida reducir tiempos y costos de obra. La empresa siempre busca satisfacer los requisitos del cliente manteniendo una cultura de mejora continua, que incluye la calidad de los productos y servicios, las especificaciones técnicas requeridas, la entrega a tiempo y la provisión de soporte pre y post venta. Este sistema se construye de láminas de aluminio de aleación 5052-H38 de gran resistencia a la deformación, los cuales son ensamblados a un marco conformado por perfiles de aluminio lisos, los que formarán los distintos paneles que se utilizan en la modulación de los proyectos. Dichos paneles están diseñados para poder acoplarse con formaleta, por medio del sistema llamado machimbrado, para asegurarse de esta manera que ambos utilicen los mismos accesorios. La altura de los paneles puede alcanzar hasta un valor de 2.70 m y su peso varía de acuerdo a las dimensiones requeridas en el diseño.

Dentro de la empresa Forsa, se manejan paneles estándar en anchuras entre 60 y 90 cm con alturas de 210 cm y 240 cm. Sin embargo, de acuerdo con el diseño requerido se pueden manejar anchos desde 10 cm hasta 90 cm; y alturas desde 30 cm hasta 300 cm con diferentes combinaciones. Para cada una de las combinaciones mencionadas, los paneles poseen distintos pesos, los cuales se resumen por medio de las siguientes tablas:

Tabla 1. *Pesos de los paneles de encofrado de aluminio*

Ancho (cm)		10	15	20	25	30	35	40	45	
Altura (cm)	90	5.13	5.41	5.68	5.95	6.22	7.56	8.44	9.09	Peso (kg)
	120	6.84	7.20	7.55	7.91	8.27	10.06	11.02	11.88	
	150	8.55	8.99	9.43	9.87	10.31	12.55	13.60	14.68	
	180	10.25	10.78	11.31	11.83	12.36	15.05	16.18	17.47	
	210	11.96	12.57	13.18	13.79	14.4	17.54	18.76	20.26	
	240	13.67	14.36	15.06	15.79	16.45	20.04	21.34	23.06	

Tabla 2. *Pesos de los paneles de encofrado de aluminio*

Ancho (cm)		50	55	60	65	70	75	80	85	90	
Altura (cm)	90	10.05	10.70	11.56	12.53	13.57	14.22	15.18	15.83	16.90	Peso (kg)
	120	13.17	14.03	15.11	16.39	17.64	18.51	19.79	20.65	21.94	
	150	16.28	17.36	18.65	20.25	21.72	22.80	24.40	25.48	26.98	
	180	19.40	20.69	22.19	24.12	25.80	27.09	29.02	30.31	32.02	
	210	22.51	24.02	25.73	27.98	29.88	31.38	33.63	35.13	37.06	
	240	25.63	27.34	29.27	31.84	33.95	35.67	38.24	39.96	42.10	

Para del desarrollo de la investigación, utilizamos definiciones conceptuales como:

**La productividad:** Es definida de varias maneras por diferentes autores.

Según Ghio (2001) “es el cociente de la división entre los recursos usados para lograr dicha producción”. A su vez, Murillo y Lozano (2007) dicen que “es el cociente de la producción entre los recursos empleados”.

Para Serpell (2011, p. 54), “La productividad es la relación entre los recursos producidos y los recursos consumidos. Se puede decir que la productividad de materiales, equipos, tierra o espacio y mano de obra (...). Pues, la productividad se mide por el trabajo, que es la máxima expresión de la administración”.

La productividad tiene mucha expectativa para los productores, gobiernos e inversionistas, quienes lo utilizan para tomar sus propias decisiones en diversas áreas, como la reducción de costos, el análisis de indicadores de desempeño actuales y futuros. El tema de debate frecuente sobre el crecimiento de la productividad es la intervención de factores, especialmente en los países en desarrollo (Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas, 2002, p. 11).

Según Serpell (2005, p. 31) “Se define como una medida de la eficiencia de la gestión de recursos para completar un producto específico dentro de un período de tiempo determinado y con un estándar de calidad determinado”:

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Recursos Empleados}}$$

Además, según Botero (2004, p. 52) “La característica de los sistemas de producción como la construcción es transformar insumos y recursos en productos requeridos, que incluyen principalmente los siguientes: materiales, mano de obra, maquinaria, herramientas y equipos. Luego, en base a los recursos considerados como mano de obra, material y productividad de la máquina, se pueden nombrar diferentes tipos de productividad en la construcción”. En este estudio no mencionamos la productividad laboral porque es el recurso básico que determina el ritmo de trabajo en el campo de la construcción.

Las unidades son: Productividad en: UND/HH (m<sup>2</sup>/HH, m<sup>3</sup>/HH, etc.); Producción en UND: m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, m, etc. y Recurso empleado en: HH (Horas Hombre).

**INDICE GENERAL DE PRODUCTIVIDAD (IGPE).** Según Valeriano (2017, p. 33) es un indicador general de la productividad por obrero en la ejecución de obras registrada comparada con respecto a un estándar expresada en %, matemáticamente es la relación existente de la productividad por obrero registrada

en campo y la productividad por obrero que se pueda lograr con los rendimientos estándar (Rendimientos de CAPECO), el que es apoyado con la definición hecha y ejemplificada por Rodríguez (2001, p. 2) “la productividad es la relación entre la producción y los insumos o materias primas”; siendo toda mano de obra (HH) el insumo en la productividad.

**Procedimiento constructivo.** El diccionario lo define como una forma de hacer ciertas cosas. Por tanto, podemos entender el proceso constructivo como un conjunto de tecnologías utilizadas para construir cualquier unidad que constituya el sistema constructivo. En este caso, se trata de un concepto relacionado con la tecnología constructiva en cada situación, por lo que puede evolucionar en el tiempo y avanzar en la innovación y mejora del edificio y su proceso constructivo (Monjo, 2005, pág. 38).

**Industrialización de la construcción.** Se trata de un concepto algo complicado, tratando de definir la posibilidad de aplicar ciertos sistemas (métodos) de producción industrial al proceso constructivo, entendiéndolo como un camino de producción desde los conceptos y proyectos arquitectónicos hasta la ejecución y posterior mantenimiento (Monjo, 2005, pág.38)

**Tecnología de la construcción.** Es la combinación de los métodos constructivos, los materiales y equipos, el personal, los procesos constructivos, y las diferentes interrelaciones que definen la manera como se realiza una determinada operación en la construcción (Ghio y Bascuñán, 2012, p. 10).

**Multifamiliares.** Los multifamiliares no solo contemplan el edificio mismo, sino que simbolizaban una visión de la modernidad de la sociedad, ofrecían funcionalidad y autosuficiencia a los residentes, quienes, gracias a estas premisas, podrían llamarse individuos modernos, pero que al mismo tiempo se enfrentaron a una configuración diferente de los espacios, internos y externos a sus hogares. Los multifamiliares fueron planteados de acuerdo con una visión integral de la arquitectura, el arte y el diseño industrial. En consecuencia, los residentes debían

aprender cómo vivir en este sistema modernizador: cambiar su gusto, hábitos y cómo se relacionaban entre sí, pero también entre sus objetos de uso diario (Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 2017, p. 04).

**Vivienda multifamiliar.** Es entendida como vivienda urbana contemporánea, que atiende a nuevos paradigmas necesarios para orientar el fenómeno de urbanización, el cual se fundamenta en conceptos como la compacidad urbana, alta densidad y movilidad urbana sostenible (Albarracín, 2019, p. 05).

**Mano de obra.** Es un factor humano de producción; por lo que las actividades de construcción civil no se pueden realizar sin la intervención de la mano de obra (Rojas, 2014, p. 18).

**Rendimiento.** Cantidad de trabajo en una jornada que se obtiene de los recursos de MO, equipo y otros (Rojas, 2014, p. 18).

**Rendimiento de mano de obra.** Se refiere a la cantidad de trabajo de ciertas actividades que son completamente realizadas por un grupo de trabajadores de diferentes profesiones por und. de recurso humano, generalmente expresado como una unidad de medida para actividad por hora-um / hh (Rojas, 2014, p. 18).

**Cuadrilla.** Es el número de personas necesarias para realizar los procedimientos constructivos adoptados para el rendimiento establecido (Rojas, 2014, p. 18).

**Edificación.** Trabajo permanente cuyo destino es presidir las actividades humanas (Rojas, 2014, p. 18).

**Partida.** Es cada uno de los trabajos o partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de evaluación, valoración y pago (Rojas, 2014, p. 18).

**Encofrado.** Es un sistema de moldes temporales o permanentes que utilizan para dar forma al hormigón fresco o materiales similares, estos sirven de armazón para el levantamiento de estructuras de concreto, evitando que sus partes experimenten

deformaciones y hasta que se logre el fraguado óptimo. La posición y la técnica utilizadas en el proceso de instalación en la obra, al igual que los materiales con los que se fabrican, permiten catalogar o clasificar los encofrados. El caso en estudio, interesa conocer por el sistema de construcción: encofrado modular, tradicional y de aluminio (Artículo FORSA, p. 01).

**Encofrado Modular.** “Son piezas prefabricadas y reutilizables. Pueden ser de metal o plástico. Su instalación consiste en una técnica de piezas externas, sostenidos por herrajes, tornillos o clips que agilizan los procesos de armado y desarmado. Son recomendadas para grandes obras” (Artículo FORSA, p. 01-02).

**Encofrado tradicional.** “Se fabrican preferiblemente en madera. Se caracteriza por su versatilidad en la creación de estructuras. Aunque se pueden utilizar en obras de grandes proporciones, son recomendadas, principalmente, para obras medianas o pequeñas debido a que su implementación toma más tiempo que los modulares” (Artículo FORSA, p. 02).

**Encofrado de Aluminio.** “Sistema de encofrado recomendado para una construcción rápida de muros, columnas, vigas y plataformas. Los componen módulos de aluminio reutilizables. En este segmento se pueden encontrar moldes manoportables, fáciles de operar e instalar” (Artículo FORSA, p. 02).

Según Botero (2006), los términos **encofrado y formaleta** son sinónimos, el primero un poco más elegante y el segundo perteneciente más bien al lenguaje popular, pero no por eso incorrecto, y se emplean para denominar una obra de carácter temporal que se utiliza para dar forma o moldear el hormigón en estado plástico, de modo que se convierta en un componente de una edificación. Existe distintos tipos de encofrados, sin embargo, solo veremos a los siguientes:

**Encofrados simples:** Es una edificación pequeña y pertenece al dominio del maestro de obra o albañiles, que utilizan recursos muy importantes, generalmente

madera en su estado natural, más clavos o amarres, por lo que se puede verter una pequeña cantidad de concreto.

**Encofrados horizontales:** Son aquellos encofrados que se utilizan para implementar estructuras horizontales (como vigas y losas tradicionales extendidas), que consta de elementos reutilizables como placas, puntales extensibles y viguetas de diferentes diseños y materiales.

**Encofrados verticales:** Se utilizan para el vaciado de los componentes verticales de la estructura, como columnas, muros o pantallas, y su función principal es soportar la carga horizontal provocada por la presión del concreto en estado fluido. Sufren menos desgaste en su retiro, y por lo tanto su duración es mayor.

**El rendimiento de mano de obra de los sistemas de encofrados** tiene varios aspectos que se debe considerar, entre los cuales figuran la mano de obra, los requerimientos, la evaluación funcional y la evaluación técnica. Sin los cuales es incompleto hablar del Rendimiento de encofrado tradicional y sistema de encofrado modular.

**El sistema tradicional.** Se considera la capacitación de mano de obra una medición media, tanto para el oficial, operario y peón; además, considerando la necesidad de entrenamiento con una medición media mostrada en la tabla 3.

Tabla 3. *Mano de obra del sistema tradicional*

Sistema de Encofrados Tradicionales				
MANO DE OBRA	Tipo de Capacitación			Justificación
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada		x		Operario, Oficial y Peón
Necesidad de entrenamiento		x		Ensamblaje y reparación
N°. de personas necesarias		x		3

Fuente: Revista construcción

En cuanto al **requerimiento de recursos necesarios** para el sistema tradicional son la mano de obra cuya cuadrilla está formada por un porcentaje de Capataz,



operario, oficial y peón; los materiales necesarios son encofrados de madera, tubo consumible, desmoldante Z cron y alambre negro #8; los equipos y otros el valor del porcentaje de herramientas, como se muestra en la tabla 04.

Tabla 4. *Requerimiento del sistema tradicional*

Recursos necesarios	Sistema de Encofrado Tradicional
Mano de Obra	Capataz, Operario, Oficial y Peón
Materiales	Encofrado de madera
	Tubo consumible
	Desmoldante Z cron
	Alambre negro # 8
Equipos y Otros	% Herramientas

Fuente: Revista construcción

**La funcionalidad de los encofrados** es muy importante, por eso es que se debe evaluar los factores que influyen en el comportamiento de los mismos, como se muestra en la (tabla 05). En ese sentido, los factores a evaluar son: la flexibilidad, la seguridad y la integridad de los encofrados.

Por otro lado, en **el factor de seguridad**, se evalúa la resistencia cuyo comportamiento es alto debido que la madera resiste muy bien a las cargas, y las acciones indirectas en las que se ve afectada por la contaminación ambiental y el fuego, cuya evaluación del comportamiento es baja por las acciones después del uso y la exposición.

Así mismo, **el factor de flexibilidad**, se evalúa los ajustes a las dimensiones de la obra, cuyo comportamiento es medio, ya que es de fácil de adaptar a cualquier proyecto estructural, y se considera el tamaño de su modulación.

Tabla 5. *Evaluación funcional de encofrados tradicionales*

Sistema de Encofrado Tradicional						
Factores		Comportamiento del sistema			Justificación	
		Alta	Mediana	Baja		
Integridad	Cantidad de usos				x	Reutilizable 10 usos.
	Acciones climáticas	agua	x			Buen comportamiento ante las acciones climáticas
		sol	x			
viento	x					
Seguridad	Resistencia		x			Resisten muy bien tanto a las cargas y también es re utilizable para otros fines como para armado de mesas para enlucidos de cielo raso.
	Acciones indirectas	contaminación			x	
		fuego			x	
Flexibilidad	Ajustarse a dimensiones			x		De fácil de adaptar a cualquier proyecto estructural, y se considera el tamaño de su modulación.
	Constructivas			x		

Fuente: Revista “Construcción”

Finalmente, **el rendimiento** se refiere a la cantidad de metros cuadrados que una cuadrilla rinde por día. Es así, en términos generales, cada cuadrilla por obra rinde de 10 a 15 metros cuadrados por día y por alquiler, el rendimiento aumenta de 15 a 30 metros cuadrados por día, según la siguiente tabla.

Tabla 6. *Rendimiento de encofrado tradicional*

REVISTA	Rendimientos (m2/día)	
	POR OBRA	POR ALQUILER
COSTRUCCIÓN	10 - 15	15 - 30

Fuente: Revista “Construcción”

**Sistema de encofrado modular.** Se considera la capacitación de mano de obra una medición Media, tanto para el oficial, operario y peón; además, se considera la necesidad de entrenamiento con una medición media y se necesita máximo tres personas (01 peón, 01 oficial, 01 operario), como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. *MO del sistema de encofrado modular*

<b>Sistema de Encofrado de Aluminio</b>				
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Capacitación</b>			<b>Justificación</b>
	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>	
Mano de obra calificada		x		Oficial, Operario y Peón
Necesidad de entrenamiento		x		Ensamblaje y reparación
No. De personas necesarias		x		3

Fuente: Catálogo “FORSA”

En cuanto al requerimiento de recursos necesarios para el sistema modular son la mano de obra cuya cuadrilla está formada por un porcentaje de Capataz, operario, oficial y peón; los materiales necesarios son encofrado de aluminio, viruta metálica, desmoldante Z cron y funda para corbata; y los equipos y otros el valor del porcentaje de herramientas, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. *Requerimiento del SEM.*

<b>Recursos necesarios</b>	<b>Sistema de Encofrado de Aluminio</b>
<b>Mano de Obra</b>	Capataz, Operario, Oficial y Peón
<b>Materiales</b>	Encofrado de Aluminio
	Viruta Metálica
	Desmoldante Z cron
	Funda para corbata
<b>Equipos y Otros</b>	% Herramientas

Fuente: Catálogo “FORSA”

**La funcionalidad del sistema de encofrado modular.** Este aspecto es muy importante, por eso se evalúa los factores que influyen en el comportamiento modular, como se muestra en la (tabla 9). En ese sentido, los factores a evaluar son: la flexibilidad, la seguridad y la integridad de los encofrados.

Por otro lado, en **el factor de seguridad**, se evalúa la resistencia y las acciones de contaminación y fuego, cuyo comportamiento es alto debido que el aluminio tiene buena resistencia a cargas y acciones externas que puedan afectarlas.

Así mismo, **el factor de flexibilidad**, se evalúa los ajustes de las dimensiones para cualquier obra, ya que, considerando su tamaño modulado, es fácil de adaptar a cualquier proyecto estructural.

Tabla 9. *Evaluación funcional de encofrado de aluminio*

Sistema de Encofrado de Modular (Aluminio)					
Factores		Comportamiento			Justificación
		Alta	Mediana	Baja	
Integridad	Cantidad de usos		x		Se puede utilizar varias veces
	Acciones climáticas	agua	x		Siempre que se almacene bien, puede soportar el cambio climático.
		viento		x	
Seguridad	Resistencia		x		Resisten cargas y comportamientos externos que pueden afectarlos.
	Acciones indirectas	contaminación	x		
		fuego	x		
Flexibilidad	Tamaño adecuado		x		Considerando su tamaño modulado, es fácil de adaptar a cualquier proyecto estructural.
	Constructivo			x	

Fuente: Catálogo “FORSA”

Finalmente, **el rendimiento** se refiere a la cantidad de metros cuadrados que una cuadrilla rinde por día. Es así, en términos generales, cada cuadrilla por obra rinde de 30 a 40 metros cuadrados por día o una vivienda diaria (80 m<sup>2</sup> aprox.), según la siguiente tabla.

Tabla 10. *Rendimiento del sistema de encofrado modular*

Empresa	Rendimientos (m <sup>2</sup> /día)
FORSA	30-40 m <sup>2</sup> ó 1 vivienda de 80m <sup>2</sup> aprox

Fuente: Revista “Construcción”

### III METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

##### **Nivel.**

Esta investigación pertenece al II nivel descriptivo, que indica las características, cualidades o atributos de la población en estudio. (Valderrama 2013, p.79)

##### **Enfoque.**

Cuantitativo. Usa la recolección de datos en base numérica, métodos, investigaciones y/o resultados. (Valderrma,2013, p.24)

##### **Tipo de Investigación.**

La presente investigación es del tipo aplicada por que ayuda a solucionar problemas prácticos (Valderrama 2013, p.78).

##### **Diseño de Investigación.**

El diseño de ésta investigación no es experimental, porque se recopilan los datos conforme a la realidad, sin modificarlos (Valderrama 2013, p.67).

El diagrama del diseño el siguiente:



**M:** El investigador que recogió la información como muestra de estudio en “viviendas multifamiliares-Jaén”.

**P:** Propuesta para mejorar la productividad aplicando encofrados modulares.

#### 3.2 Variables y operacionalización.

Variables 1. Encofrados modulares

Este sistema se construye de láminas de aluminio de aleación 5052-H38 de gran resistencia a la deformación, los cuales son ensamblados a un marco conformado por perfiles de aluminio lisos, los que formarán los distintos paneles que se utilizan en la modulación de los proyectos (Madrigal, 2009).

## Variables 2. Productividad

Para comprender a la construcción como sistema constructivo, es importante darse cuenta de que la definición de productividad representa la relación entre producción y consumo (Botero 2004, pág. 51).

### **3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población.**

Como población se consideró una vivienda multifamiliar simétrica como dice Valderrama (2013, p. 172) que la población se considera un elemento, vida o cosa con atributos o características comunes, y es fácil de observar; y se utilizó un modelo no probabilístico según al criterio del investigador.

#### **Muestra.**

Es un subconjunto representativo de la población (Valderrama, 2013, p.172). Como muestra se determinó una vivienda multifamiliar de tres niveles o tres pisos.

#### **Muestreo.**

Como muestreo, el investigador utilizó una muestra no probabilística de acuerdo a la realidad de la población, tomando sus propios criterios.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas.**

Se utilizó la ficha técnica y la ficha juicio de expertos

#### **Instrumentos.**

- **El Revit** se emplea en el diseño de los planos de la construcción de la vivienda multifamiliar y se construye virtualmente en 3D, lo que se conoce como modelar en BIM.

- **El AutoCAD 2D** también se utilizó en el diseño de los planos de la construcción de vivienda multifamiliar, a través del cual, con este instrumento se puede medir la cantidad de metrados de cada elemento estructural y con ello llevarlo al Excel en el que se establece las partidas a ejecutar.
- **El ETABS** sirve para conocer el comportamiento estructural de los sistemas constructivos de la edificación, respecto a columnas, vigas y losa aligerada convencional.
- **El S10** sirve para elaborar los costos y presupuestos, es decir elaborar la partida correspondiente a los sistemas de construcción como prelosas, sistema convencional losa aligerada o viguetas pretensadas.

#### **Validación de Instrumento.**

La validación de instrumento se realizó por medio de la ficha técnica y por juicio de expertos; los que validaron a través de juicio de expertos son seis ingenieros civiles colegiados mediante un certificado de validez; donde se valida con un check, designándose aplicable.

Tabla 11. *Ingenieros participantes del juicio de expertos.*

<b>N°</b>	<b>Apellidos y nombres</b>	<b>Registro CIP N°</b>
1	Carrera Ancajima, Tito Edgardo	84564
2	Delgado Pérez, Andrés Abelardo	125729
3	Espinoza Oblitas, José Osber	152992
4	Ocaña Cruz, Carlos Omar	83656
5	Pizarro Alvarez, Manuel Enrique	172704

6	Guevara Castillo, Marco Olmer	177989
---	-------------------------------	--------

Fuente: Certificado de Validez.

### 3.5 Procedimientos

#### Primera fase:

**Planificación.** Para esta fase se consideró un estudio de Pre campo con el fin de recolectar información adecuada para el diseño de los respectivos planos.

#### Segunda fase:

**Recolección de datos.** En esta fase se consideró los siguientes puntos:

- Preparar planos y diseño de presupuesto.
- Cotizaciones para la elaboración del presupuesto para construcción de viviendas multifamiliares con encofrados modulares, es decir, cotizar los costos unitarios de mano de obra tanto de encofrados modulares como de encofrados tradicionales.

#### Tercera fase:

##### **Procesamiento de datos.**

Para el desarrollo de esta investigación utilizaremos:

- Normas para modelamiento estructural de la vivienda, como son:
  - Norma Técnica de Diseño Sismo resistente E.030 2019.
  - Norma Técnica de cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones E.020.
- Manuales como son:
  - Costos y presupuesto de CAPECO.
  - Manual Técnico: Sistema Modular Forsa.
  - Manual Técnico: Sistema Modular ULMA



- Fórmulas para determinar la distancia entre columnas, pre dimensionamiento de vigas, columnas y losa aligerada tradicional:

Predimensionamiento de Vigas:

$$h = \frac{L}{11}$$

$$b = \frac{h}{2}$$

Predimensionamiento de Columnas:

- **Primera forma**

Columna excéntrica o esquina:  $A_{col} = \frac{P_{sevicio}}{0,45 f'c}$



- **Segunda forma**

Columna Céntrica:  $a = \frac{H}{8}$

Columna Excéntrica:  $a = \frac{H}{9}$

Columna Esquinada:  $a = \frac{H}{10}$

*H: altura entre piso*

Predimensionamiento de losa aligerada:  $h \geq \frac{Ln}{25}$

- Programas como el Revit, el Autocad 2D para ejecutar el diseño y conocer el comportamiento estructural de la edificación usando el encofrado modular frente al tradicional, como se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

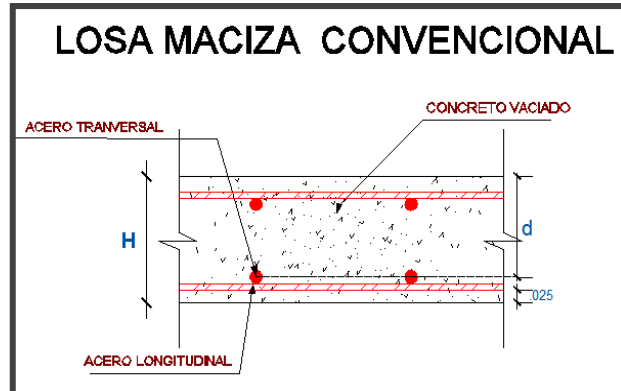


Figura 1: Diseño de losa maciza convencional

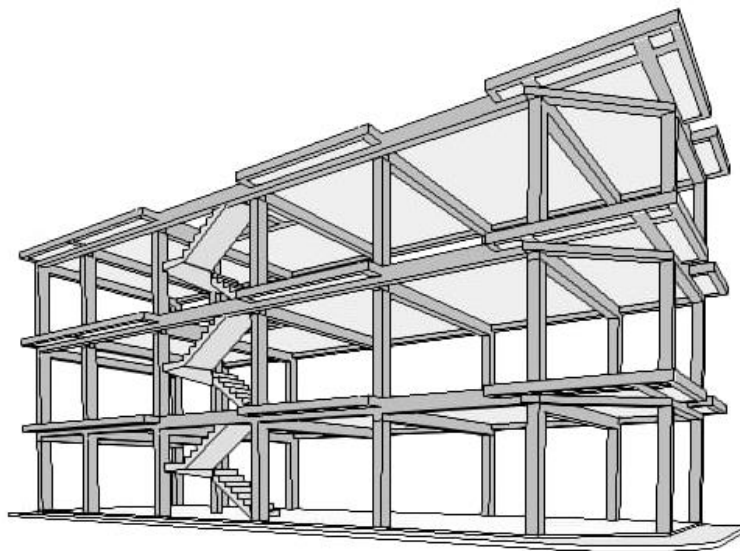


Figura 2. Diseño de columnas, vigas y escaleras

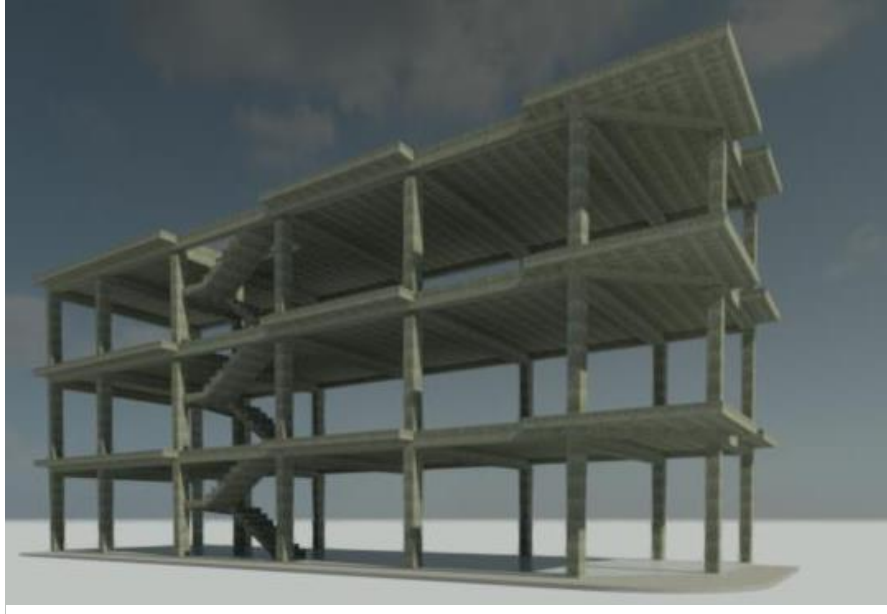


Figura 3. Diseño de losa maciza

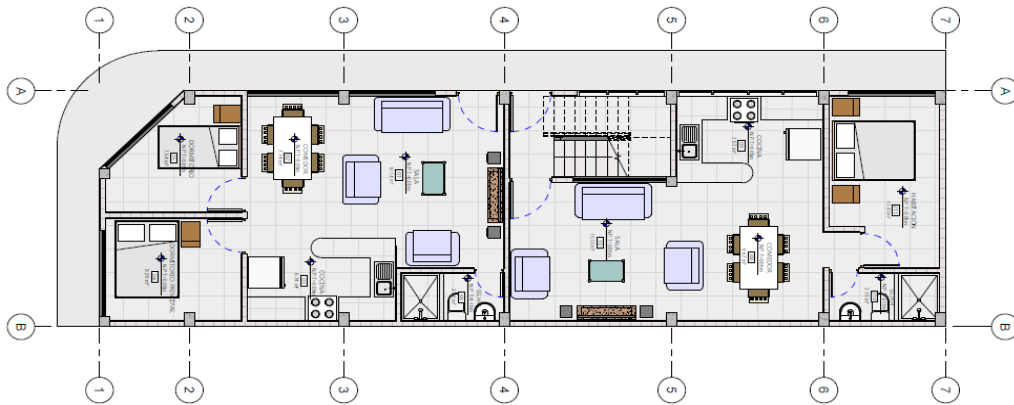


Figura 4. Diseño de primer nivel

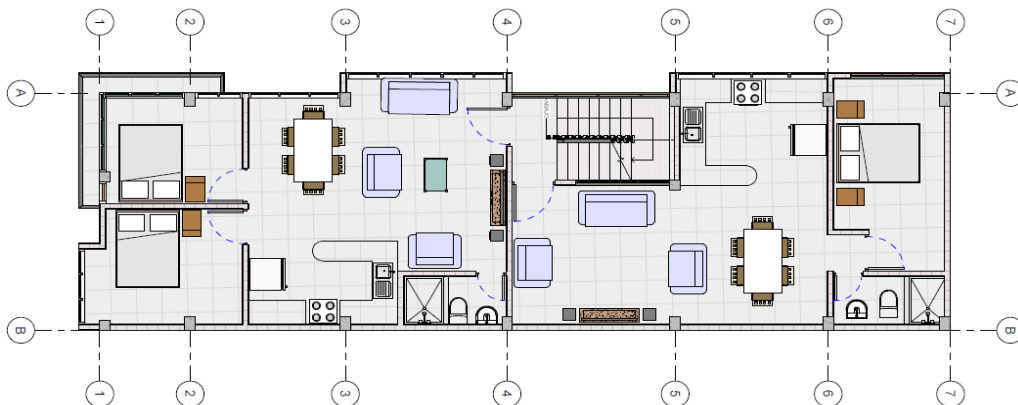


Figura 5. Diseño de segundo y tercer nivel

### **3.6 Método de análisis de datos**

En esta tesis se hace uso del método científico buscando dar una posible respuesta a la interrogante planteada anteriormente y con la posibilidad de resolverla, siguiendo un conjunto de procesos, técnicas y pasos establecidos a lo largo de la investigación, partiendo de la idea inicial del tema hasta la obtención de los resultados que serán sometidos al análisis, interpretación y discusión correspondiente, con la cual se realizará la comparación entre el sistema modular de encofrados y el convencional.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación demuestra definiciones éticas en la cual los aspectos involucrados son los siguientes:

Honestidad:

El investigador a respetado la veracidad de las opiniones de los juicios de expertos; en este caso, no debe causar una actitud que restrinja las respuestas de los participantes, y el contenido debe copiarse cuidadosamente sin ningún cambio, así como la fiabilidad de los datos obtenidos a partir de la información ya recopilada.

Deber social:

Los resultados de ésta investigación tienen un gran aporte al cuidado del medio ambiente, ya que promoviendo el uso de dicha tecnología se estará evitando la contaminación producida por los desperdicios del concreto.

## IV RESULTADOS

Los resultados giran en torno a los objetivos marcados en esta investigación. Para ello, se ha determinado que **el bajo costo** de los encofrados modulares mejorará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca; así mismo, se va a demostrar que **los tiempos** de instalación de encofrados modulares mejorará la productividad; por otro lado, se establecerá que **el rendimiento de MO** en los encofrados modulares beneficiará la productividad en la construcción de dichas viviendas. Finalmente, se determinará que aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de las viviendas multifamiliares en Jaén- Cajamarca.

### 4.1 Determinar que los bajos costos aplicando encofrados modulares mejorará la productividad.

Para determinar que los bajos costos del encofrado modular mejorarán la productividad, es conveniente hacer una comparación con el uso de encofrados tradicionales, ya que, en función a ello, se podrá concluir que el objetivo propuesto se cumple. Para ello, es importante realizar el análisis de los C.U de las principales partidas involucradas en esta investigación.

#### Costos parciales según el sistema de encofrado modular.

Según el análisis de C.U, en la partida de encofrado y desencofrado de columnas, en cuanto al rendimiento es 20.64 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra, cuya cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón tiene un costo de S/.18.43; los materiales tienen un costo de S/. 0.65; y los subcontratos con S/. 8.87; en ese sentido, si sumamos las cantidades en soles, el costo unitario directo por metro cuadrado de dicha partida asciende a S/. 27.95, como se observa en la Tabla N° 12.

Tabla 12. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de columnas

Presupuesto	0102001 Vivienda Multifamiliar						
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS		04/01/2021				
Partida	01.01.01.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS S/MODULAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.6400	EQ. 20.6400	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>		27.95	
Código	Descripción Recurso Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3876	22.97	8.90
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3876	16.97	6.58
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1938	15.24	2.95
	Materiales						18.43
0222140004	DESENCOFRANTE FORMALETAS Subcontratos		gal		0.0550	11.86	0.65 0.65
04050300010001	SC ENCOFRADO DE COLUMNAS - SISTEMA FORZA		m <sup>2</sup>		1.0000	8.87	8.87 8.87

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la partida sobre encofrado y desencofrado de muros (dos caras) sistema modular, cuyo rendimiento es 30 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón tiene un costo de S/. 12.69; materiales tiene un costo de S/. 0.59 y los subcontratos con S/. 9.13. En base a dichas sumas en soles, el costo unitario directo por m<sup>2</sup> de esta partida asciende a S/. 22.41, según Tabla N° 13.

Tabla 13. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de muros

Partida	01.01.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DOS CARAS S/MODULAR						
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>		22.41	
Código	Descripción Recurso Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	22.97	6.13
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2667	16.97	4.53
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1333	15.24	2.03
	Materiales						12.69
0222140004	DESENCOFRANTE FORMALETAS Subcontratos		gal		0.0500	11.86	0.59 0.59
04050200010004	SC ENCOF. MUROS SISTEMA FORZA (DOS CARAS)		m <sup>2</sup>		1.0000	9.13	9.13 9.13

Fuente: Elaboración propia

Además, la partida sobre encofrado y desencofrado de vigas sección variable, según FORSA el rendimiento es de 15.51 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón el costo es de S/. 24.53; los materiales S/. 0.83 y el costo de los subcontratos es S/. 10.50; en suma, el costo unitario directo por metro cuadrado de dicha partida asciende a S/. 35.86, según la Tabla N° 14.

Tabla 14. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de vigas

Partida	01.01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS SECCION VARIABLE S/MODULAR						
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 15.5100	EQ. 15.5100	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>			35.86
Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5158	22.97	11.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5158	16.97	8.75	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2579	15.24	3.93	
	Materiales					24.53	
0222140004	DESENCOFRANTE FORMALETAS Subcontratos	gal		0.0700	11.86	0.83 0.83	
04050400010001	SC ENCOFRADO METALICO DE VIGAS FORZA	m <sup>2</sup>		1.0000	10.50	10.50 10.50	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la tabla N° 15, la partida sobre encofrado y desencofrado de losa maciza, según el rendimiento es de 36 m<sup>2</sup> por día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón con un costo de S/. 10.56; materiales cuyo costo es de S/. 0.59 y el costo de los subcontratos equivale a S/. 0.23; en suma, el costo unitario directo por metro cuadrado asciende a S/. 42.92.

Tabla 15. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encofrado y desencofrado de losa maciza

Partida	01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA					
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 36.0000	EQ. 36.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>		20.44	
Código		Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2222	22.97	5.10
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2222	16.97	3.77
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.1111	15.24	1.69
		Materiales					10.56
0222140004	DESENCOFRANTE FORMALETAS		gal		0.0500	11.86	0.59
	Subcontratos						0.59
0405040001000	SC ENCOFRADO METALICO DE LOSA MACIZA		Am2		1.0000	9.29	9.29
2	FORZA						9.29

Fuente: Elaboración propia

### Presupuesto según el sistema de encofrado modular.

Para determinar el presupuesto de encofrado de la vivienda multifamiliar, se ha considerado principalmente los precios unitarios según la tabla Salarial 2020 – 2021, y el asesoramiento de un representante de la empresa FORSA, con la finalidad de obtener resultados lo más cercanos posible a la ejecución del proyecto. De esa manera, se continuó con el análisis de precios unitarios hasta establecer el presupuesto total del encofrado modular.

Ahora bien, el presupuesto está determinado por el costo directo cuyo monto es S/. 38,290.96, gastos generales con un total de S/. 4,797.32, la utilidad cuyo monto es S/ 3,829.10 y el impuesto (IGV 19%) que equivale a S/. 8,914.30 respectivamente, que sumados asciende a S/. 55,831.68, según la Tabla N° 16.



Tabla 16. *Presupuesto total sistema de encofrado modular*

Presupuesto					
Presupuesto	0102001	Vivienda Multifamiliar			
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS			
Cliente	ESPINOZA OBLITAS, JORGE AUNER			Costo al	04/01/2021
Lugar	CAJAMARCA - JAEN - JAEN				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				
	38,290.96				
01.01	CONCRETO ARMADO				38,290.96
01.01.01	COLUMNAS				
	3,526.73				
01.01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS S/MODULAR			m2	126.18
	27.95		3,526.73		
01.01.02	MUROS				
	13,582.70				
01.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DOS CARAS S/MODULAR			m2	606.10
	22.41		13,582.70		
01.01.03	VIGAS				
	14,750.29				
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENC. DE VIGAS SECCION VARIABLE S/MODULAR			m2411.33	35.86
	14,750.29				
01.01.04	LOSAS MACIZAS				6,431.24
01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	314.64	20.44	6,431.24
	COSTO DIRECTO				38,290.96
	GASTOS GENERALES 12.5286%				4,797.32
	UTILIDAD 10%				3,829.10
	SUBTOTAL				46,917.38
	IMPUESTO (IGV 19%)				8,914.30
	TOTAL, PRESUPUESTO				<b>55,831.68</b>

SON: CINCUENTICINCO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UNO CON 68/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia

### Costos parciales según el encofrado tradicional.

Según el análisis de C.U de la partida de encofrado normal en columnas, en cuanto al rendimiento es 11.48 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra, cuya cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón tiene un costo de S/.33.15; los materiales tienen un costo de S/. 26.28; los equipos con S/. 0.99 y la subcontrata con S/. 2.00, en ese sentido, si sumamos las cantidades en soles, el costo unitario directo por metro cuadrado asciende a S/. **62.42**, como se observa en la Tabla N° 17.

Tabla 17. Costo U.D. por m<sup>2</sup> respecto al encofrado normal en columnas

Presupuesto	0102001	vivienda Multifamiliar						
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS						Fecha 04/01/2020 presupuest 1
Partida	01.01.02	ENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 11.4800	EQ. 11.4800			Costo unitario por:m <sup>2</sup>	directo	62.42
Código		Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	1.000	0.6969	22.97		16.01
				0				
0101010004	OFICIAL		hh	1.000	0.6969	16.97		11.83
				0				
0101010005	PEON		hh	0.500	0.3484	15.24		5.31
		Materiales		0				33.15
0201040001	PETROLEO D-2		gal		0.0500	11.86		0.59
0204010001000	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.3050	6.90		2.10
0204120001000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1500	6.00		0.90
0204120001000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	6.00		0.60
0222180001001	CURADOR ANTISOL		kg		0.2500	9.98		2.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		5.1600	1.90		9.80
0231050001000	TRIPLAY DE 1.20 X 2.40 m X 9 mm		und		0.1400	69.90		9.79
		Equipos						26.28
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	33.15		0.99
		Subcontratos						0.99
0400080001000	SC M. DE O. PARA ENCOFRADO DE COLUMNAS		m2		1.0000	2.00		2.00
								2.00

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la partida sobre encofrado y desencofrado de muros tipo cara vista madera, según el rendimiento 10 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón con un costo de S/. 38.06; materiales cuyo costo es de S/. 32.79 y los equipos con S/. 1.64. En base a dichas sumas, el costo unitario directo por metro cuadrado asciende a S/. 72.49, como se observa en la Tabla N° 18.

Tabla 18. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encof. y desencofrado de muros caravista

Presupuesto	0102001	vivienda Multifamiliar						Fecha presupuesto	04/01/2021
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS							
Partida	01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS TIPO/CARAVISTA MADERA							
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000					Costo unitario directo por m <sup>2</sup>	72.49
Código		Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
0101010003		OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	22.97		18.38	
0101010004		OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	16.97		13.58	
0101010005		PEON	hh	0.5000	0.4000	15.24		6.10	
		Materiales						38.06	
0201040001		PETROLEO D-2	gal		0.0500	11.86		0.59	
02040100010001		ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	6.90		2.07	
02041200010005		CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	6.00		0.60	
0231010001		MADERA TORNILLO	p2		3.1850	1.90		6.05	
02310500010002		TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 9 mm	und		0.3359	69.90		23.48	
		Equipos						32.79	
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.06		1.14	
0301340001		ANDAMIO METALICO	día	1.0000	0.1000	5.00		0.50	
								1.64	

Fuente: Elaboración propia

Además, la partida sobre encofrado y desencofrado de vigas integrada a la losa, según el rendimiento es de 9.7 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón con un costo de S/. 39.22; materiales cuyo costo es de S/. 13.17 y los equipos con S/. 1.18, tiene un costo unitario directo por metro cuadrado que asciende a S/. 53.57, como se observa en la Tabla N° 19.

Tabla 19. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encof. y desencofr. de vigas integradas a losa

Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS						Fecha presupuesto	04/01/2021
Partida	01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS INTEGRADA A LOSA							
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 9.7000	EQ. 9.7000					Costo unitario directo por: m <sup>2</sup>	53.57
Código		Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		Parcial S/.	
0101010003		OPERARIO	hh	1.0000	0.8247	22.97		18.94	
0101010004		OFICIAL	hh	1.0000	0.8247	16.97		14.00	
0101010005		PEON	hh	0.5000	0.4124	15.24		6.28	
		Materiales						39.22	
0201040001		PETROLEO D-2	gal		0.0500	11.86		0.59	
02040100010001		ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2468	6.90		1.70	
02041200010005		CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	6.00		1.20	

02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	0.2000	6.00	1.20
02190800010005	ESCANTILLON DE CONCRETO 0.05x0.05x0.40 m	und	2.6000	1.50	3.90
0231010001	MADERA TORNILLO Equipos	p2	2.4100	1.90	4.58 13.17
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	39.22	1.18 1.18

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la tabla N° 20, la partida sobre encofrado y desencofrado de losa maciza, según el rendimiento es de 12 m<sup>2</sup>/día; la mano de obra cuya, cuadrilla está conformada por 01 operario más 01 oficial y 0.5 peón con un costo de S/. 31.70; materiales cuyo costo es de S/. 35.07 y los equipos con S/. 0.95, tiene costo unitario directo por metro cuadrado que asciende a S/. 67.72.

Tabla 20. Costo U.D. por m<sup>2</sup> de encof. y desencofrado de losa maciza

Partida	01.01.05.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA C/MADERA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por: m <sup>2</sup> 67.72			
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	22.97	15.31
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	16.97	11.31
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.3333	15.24	5.08
		Materiales					31.70
0201040001	PETROLEO D-2		gal		0.0500	11.86	0.59
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1000	6.90	0.69
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.1000	5.10	0.51
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		5.1600	1.90	9.80
02310500010002	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 9 mm		und		0.3359	69.90	23.48
		Equipos					35.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	31.70	0.95
							0.95

Fuente: Elaboración propia

### Presupuesto del sistema tradicional.

El presupuesto de encofrado del proyecto de vivienda multifamiliar, se ha considerado principalmente el análisis de precios unitarios según la tabla Salarial 2020 – 2021, con la finalidad de obtener resultados que represente la fiabilidad del

monto establecido. En ese sentido, dicho presupuesto está determinado por el costo directo cuyo monto es S/. 95,154.72, gatos generales con un total de S/. 11,921.55, la utilidad cuyo monto es S/. 9,515.47 y el impuesto (IGV 19%) que equivale a S/. 22,152.43 respectivamente, que sumados ascienden a S/. 138,744.17, según la Tabla N° 21.

Tabla 21. *Presupuesto según el encofrado tradicional*

Presupuesto	0102001 vivienda Multifamiliar				
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS				
Cliente	ESPINOZA OBLITAS, JORGE AUNER			Costo al	04/01/2021
Lugar	CAJAMARCA - JAEN - JAEN				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				
	95,154.72				
01.01	CONCRETO ARMADO				
	95,154.72				
01.01.01	COLUMNAS				
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS C/MADERA	m2	126.18	62.42	
	7,876.16				
01.01.03	MUROS				
	43,936.19				
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS TIPO/CARAVISTA MADERA	m2		606.10	
	72.49 43,936.19				
01.01.04	VIGAS				
	22,034.95				
01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS INTEGRADA A LOSA	m2		411.33	
	53.57 22,034.95				
01.01.05	LOSAS MACIZAS				
	21,307.42				
01.01.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA C/MADERA	m2	314.64	67.72	21,307.42
	COSTO DIRECTO				95,154.72
	GASTOS GENERALES 12.5286%				11,921.55
	UTILIDAD 10%				9,515.47
					-----
	SUBTOTAL				116,591.74
	IMPUESTO (IGV 19%)				22,152.43
					=====
	TOTAL, PRESUPUESTO				<b>138,744.17</b>
	SON: CIENTO TRENTIOCHO MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO Y 17/100 SOLES				

Fuente: Elaboración propia

### Comparación de costo de MO entre los sistemas de encofrados.

Una vez establecido los costos unitarios directos por metro cuadrado en cada sistema de encofrado, corresponde determinar comparativamente si se cumple con el objetivo planteado, es decir, si los bajos costos aplicando encofrados modulares mejorará la productividad. En ese sentido, según la (Tabla 22) la diferencia comparativa utilizando la misma cuadrilla en cada elemento estructural podemos decir que el sistema de encofrado modular económicamente es más rentable, es eficiente y por ende aumentará la productividad en comparación si se aplica el encofrado tradicional. Para ello veamos los resultados que arroja la mencionada tabla.

En cuanto al costo de MO para el encofrado de columnas con el sistema tradicional (ST), una cuadrilla conformada por 1 operario, 1 oficial y 1 peón costará S/. 34,30, mientras que el costo de MO con el sistema de encofrado modular (SEM) costará S/. 19.08, que equivale S/. 15.22 de diferencia.

Por otro lado, encofrar vigas con la misma cuadrilla aplicando el ST, costará S/. 31.27, mientras que, con el SEM costará S/. 25.38, cuya diferencia es de S/. 5.89. Además, encofrar muros con la misma cuadrilla, aplicando el ST, costará S/. 39.37, mientras que, con el SEM costará S/. 13.12, cuya diferencia es S/. 26.25. Finalmente, encofrar losa maciza con la misma cuadrilla, aplicando el ST costará S/. 31.70, mientras que, con el SEM costará S/. 10.56, cuya diferencia es S/. 21.14.

Tabla 22. Comparación de costo parcial de MO entre tradicional y modular

ELEMENTOS ESTRUCTURALES	UNID.	CUADRILLA			ENCOFRADO TRADICIONAL (S/.)	ENCOFRADO MODULAR (S/.)
		Oper.	Ofic.	Peón		
COLUMNAS	m2	1	1	0.5	34.30	19.08
VIGAS	m2	1	1	0.5	31.27	25.38
MUROS	m2	1	1	0.5	39.37	13.12
LOSA MACIZA	m2	1	1	0.5	31.7	10.56

Fuente: Elaboración propia según FTCCP

En la Figura 06, se aprecia gráficamente la diferencia del bajo costo que representa aplicar el Sistema de Encofrado Modular frente al encofrado tradicional, esto

significará un ahorro económico alrededor del 50%. La gran pregunta es si con este ahorro económico mejorará la productividad; podemos decir que sí, ya que se podrá pagar una cuadrilla más con dicho ahorro, eso significa que la productividad también mejorará, como se verá reflejado más adelante cuando hagamos la comparación de los rendimientos de MO.

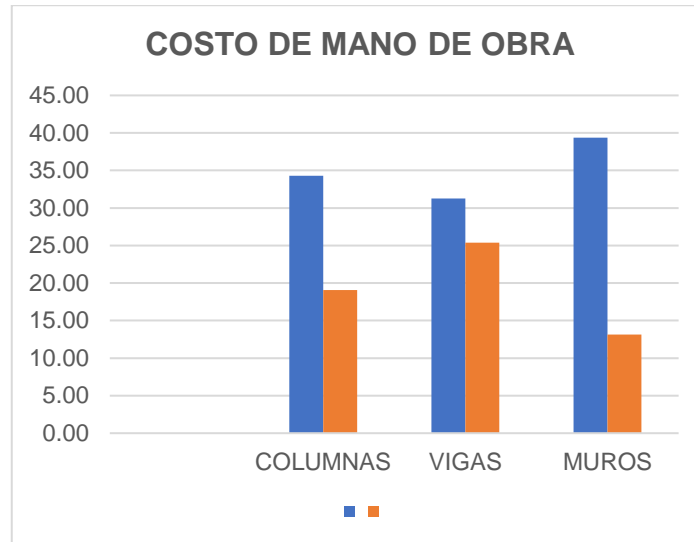


Figura 6. Comparación de costo de MO entre sistemas de encofrado

### Comparación del presupuesto total de los sistemas de encofrado.

En función de la siguiente tabla, queda demostrado que aplicando el Sistema de Encofrado Modular (SEM) los costos disminuyen considerablemente. Pues construir la vivienda multifamiliar con el encofrado tradicional el costo es de S/. 138,744.17; mientras que, aplicando el SEM, el costo se reduce a S/. 55,831.68. En cuanto al ahorro en soles, la cifra asciende a S/. 82,912.49, que equivale a un 40%; esto significa que la productividad aumentará significativamente aplicando SEM, en vez del encofrado tradicional (Tabla 23).

Tabla 23. Comparación de presupuestos

COMPARACIÓN DE PRESUPUESTOS		
Descripción	Encofrado Tradicional	Encofrado Modular
	Parcial S/.	Parcial S/.
Costo Directo	95,154.72	38,290.96
Gatos Generales (12.53%)	11,021.55	4,797.32
Utilidad (10%)	9,515.47	3,829.10
Subtotal	116,591.74	46,917.38
Impuesto (IGV 19%)	22, 152.43	8,914.30
<b>Presupuesto total</b>	<b>138,744.17</b>	<b>55,831.68</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 Demostrar que los tiempos de instalación de encofrados modulares contribuirá con la productividad en la construcción.

En la siguiente tabla se demuestra que los tiempos de instalación de encofrado modulares contribuirá en la productividad en la construcción de la vivienda multifamiliar. Para ello, se ha hecho un comparativo de los tiempos de instalación con el encofrado tradicional (ET). De esa manera, se pretende demostrar que, para encofrar 126.18 m<sup>2</sup> de columnas aplicando el encofrado modular (EM) con una cuadrilla que está conformada por 1 operario, 1 oficial y 0.5 peón, se demora 6 días, mientras que, con el ET se demora 11 días.

Además, para encofrar 274.21 m<sup>2</sup> de vigas con la misma cuadrilla usando EM, se demora 18 días, mientras que, aplicando ET se demorará 28 días. Así mismo, encofrar 606.08 m<sup>2</sup> de muros, aplicando EM se demorará 20 días, mientras que, usando ET se demorará 61 días. Por último, para encofrar 314.64 m<sup>2</sup> de losa maciza aplicando EM, se demorará 9 días, mientras que, aplicando ET se demorará 26 días.

En síntesis, aplicando el encofrado modular para encofrar todo el proyecto, se logra disminuir los tiempos significativamente. Es así que, empleando 02 cuadrillas por día, aplicando el encofrado modular se disminuirá el tiempo a 30 días, que si aplicamos el encofrado tradicional el tiempo aumentará a 60 días. Es decir, que en porcentaje se ahorrará 50% de tiempo en la entrega de la obra.



De esta manera, podemos concluir que, la disminución de tiempos en la instalación de encofrados contribuirá con la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares, y también de cualquier proyecto que se quiera ejecutar, sea cual sea el sistema de construcción, mucho más aún, se reducirá los tiempos si se aplica encofrado modular en construcciones de muros de ductilidad limitada, ya que con este sistema de encofrados permite hacer el vaciado de concreto armado de manera monolítica.

Tabla 24. *Tiempos programados según el sistema de encofrado a usar*

Tiempo establecido según cada sistema de encofrados								
Elementos estructurales	Metrado (m <sup>2</sup> )	CUADRILLA			ENCOFRADO MADERA: Rend. (m <sup>2</sup> /día)	ENCOFRADO MODULAR: Rend. (m <sup>2</sup> /día)	ENCOFRADO MADERA: Tiempo	ENCOFRADO MODULAR: Tiempo
		Op	Of	Peón				
COLUMNAS	126.18	1	1	0.5	11.48	20.64	10.99	6.11
VIGAS	274.21	1	1	0.5	9.7	15.51	28.27	17.68
MUROS	606.08	1	1	0.5	10	30	60.61	20.20
LOSA MACIZA	314.64	1	1	0.5	12	36	26.22	8.74

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Establecer el rendimiento de MO en los encofrados modular y tradicional.

#### ❖ Rendimiento de mano de obra aplicando encofrado modular.

Según FORSA, el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular y de aluminio, normalmente la cuadrilla está conformada por 2 personas, ya sea por un operario y un peón o por un oficial y un peón, pero para nuestro análisis comparativo con el sistema tradicional se ha establecido conformar la cuadrilla con 1 operario, 1 oficial y 0.5 peón para encofrar los elementos estructurales en ambos sistemas.

Por eso, encofrar las columnas empleando la mencionada cuadrilla según el sistema encofrado modular, el rendimiento será de 20.64 m<sup>2</sup>/día. Además, encofrar las vigas con la misma cuadrilla, el rendimiento será de 15.51 m<sup>2</sup>/día. Así mismo, para encofrar los muros, una cuadrilla rendirá 30 m<sup>2</sup>/día. Finalmente, para encofrar losa maciza el rendimiento será 36 m<sup>2</sup>/día, como se observa en la Tabla N° 25.

Estos datos serán contrastados más adelante con la finalidad de determinar cuál de los sistemas en mención tiene mayor rendimiento.

Tabla 25. Rendimiento de MO aplicando encofrado modular

Rendimiento de mano de obra sistema modular					
Elementos estructurales	UNIDAD	CUADRILLA			Rendimiento m <sup>2</sup> /día
		Operario	Oficial	Peón	
Columnas	m2	1	1	0.5	20.64
Vigas	m2	1	1	0.5	15.51
Muros	m2	1	1	0.5	30
Losa Maciza	m2	1	1	0.5	36

Fuente: Elaboración propia según FTCCP

### ❖ Rendimiento de mano de obra aplicando el encofrado tradicional

El rendimiento de MO por m<sup>2</sup>/día, en este caso, es menor que el rendimiento del encofrado modular, como se puede observar en la Tabla N° 25 y corroborar con la tabla N° 26. Con este sistema, encofrar columnas el rendimiento de MO es 11.48 m<sup>2</sup>/día; encofrar vigas el rendimiento por la misma cuadrilla es de 9.7 m<sup>2</sup>/día; encofrar muros, el rendimiento de la misma cuadrilla es 10 m<sup>2</sup>/día; y, encofrar losa maciza, el rendimiento es 12 m<sup>2</sup>/día. De esta manera queda establecido el rendimiento de una cuadrilla conformada por 1 operario, 1 oficial y 0.5 peón aplicando encofrado tradicional.

Tabla 26. Rendimiento de MO aplicando encofrado tradicional

Rendimiento de mano de obra sistema tradicional					
Elementos estructurales	UND.	CUADRILLA			Rendimiento m <sup>2</sup> /día
		Operario	Oficial	Peón	
Columnas	m2	1	1	0.5	11.48
Vigas	m2	1	1	0.5	9.7
Muros	m2	1	1	0.5	10
Losa Maciza	m2	1	1	0.5	12

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Análisis comparativo de rendimientos de mano de obra.**

Según la figura 07, se observa que el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular es mayor que el rendimiento de MO aplicando el encofrado tradicional. Una cuadrilla conformada por 1 operario, 1 oficial, 0.5 peón para encofrar columnas aplicando encofrado modular (EM), rinde 20.64 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando encofrado tradicional (ET), la misma cuadrilla, rinde 11.48 m<sup>2</sup>/día, cuya diferencia es de 9.16 m<sup>2</sup>/día en favor del primero.

Además, encofrar vigas aplicando EM, la misma cuadrilla rinde 15.51 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando ET, rinde 9.7 m<sup>2</sup>/día, lo que significa 5.81 m<sup>2</sup>/día en favor del encofrado modular. Por otro lado, Encofrar muros con EM, una cuadrilla rinde 30 m<sup>2</sup>/día, mientras que, encofrar usando ET, rinde 10 m<sup>2</sup>/día, en este caso la ventaja del EM es de 20 m<sup>2</sup>/día. Finalmente, encofrar losa maciza aplicando encofrado modular, una cuadrilla rinde 36 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando ET, el rendimiento es de 12 m<sup>2</sup>/día, la ventaja en este caso es de 24 m<sup>2</sup>/día.

En síntesis, se puede decir que, el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular, aumenta la productividad significativamente en construcción de vivienda multifamiliar. A su vez, si el rendimiento de MO es mayor, también será mayor el ahorro económico, por ende, la probabilidad de mejorar la productividad es evidente económicamente hablando.

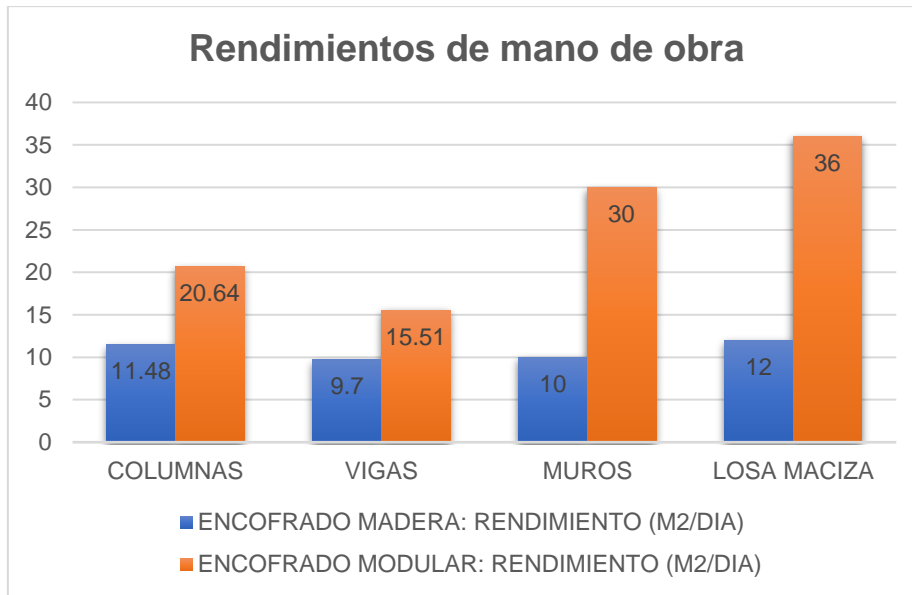


Figura 7. Rendimiento de MO de los sistemas de encofrados

#### ❖ Resumen de rendimientos de encofrados

Según la (Tabla 27) el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular es más elevado que el encofrado tradicional, especialmente el promedio usando el primero es 25.54 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando el segundo, el rendimiento es 10.80 m<sup>2</sup>/día, cuya diferencia es de 14.74 m<sup>2</sup>/día, equivalente al 57.71% en favor del encofrado modular. Este resultado se ajusta, siempre y cuando se trabaje con las cuatro cuadrillas en paralelo. Sin lugar a dudas que la productividad aumentará en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca.

Tabla 27. Resumen de rendimiento de MO de los sistemas de encofrado

Rendimiento mano de obra según cada sistema de encofrados						
ESTRUCTURA	UNID.	CUADRILLA			ENCOFRADO MADERA: REND. (M2/DIA)	ENCOFRADO MODULAR: REND. (M2/DIA)
		Oper.	Ofic.	Peón		
COLUMNAS	m <sup>2</sup>	1	1	0.5	11.48	20.64
VIGAS	m <sup>2</sup>	1	1	0.5	9.7	15.51
MUROS	m <sup>2</sup>	1	1	0.5	10	30
LOSA MACIZA	m <sup>2</sup>	1	1	0.5	12	36
<b>Promedio</b>					<b>10.795</b>	<b>25.5375</b>

Fuente: CAPECO

#### **4.4 Determinar que aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca.**

Como se ha plasmado anteriormente, en cuanto a los bajos costos, aplicando el sistema de encofrado modular mejora la productividad, según el rendimiento de MO de igual manera, y en cuanto a los tiempos de entrega de obra también es favorable. Sabemos que la productividad, implica sobre todo comparación de la eficiencia o rendimientos, con el fin de mejorarlos. Es por ello, que se ha comparado a dos sistemas de encofrados con la finalidad de determinar lo que se ha planteado como objetivo principal. De esta manera, según todo lo expuesto en anteriores ítems se puede confirmar que aplicando el sistema modular de encofrados o sistema de encofrado modular aumenta la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares y de cualquier proyecto, ya que dicho sistema es versátil y de fácil adecuación a cualquier obra.

## V DISCUSIÓN

La discusión gira en torno a la confirmación de las hipótesis contrastadas con los antecedentes y el fiel cumplimiento de los objetivos de la investigación, valorando los hallazgos, tanto de los antecedentes como de los resultados obtenidos durante el proceso de la investigación. En primer lugar, se discutirá si la hipótesis general es aceptada y el objetivo general se cumple según las dimensiones e indicadores de las variables, posteriormente, si se cumplen los objetivos específicos.

La primera valoración que representa esta investigación es confirmar que la hipótesis general se cumpla. Pues, según los antecedentes se puede afirmar que aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca. Como dicen Castañeda y López (2015, p. 69), en su investigación se argumentó la eficiencia del sistema de encofrado de aluminio encuancto a costo con un 6% de ahorro; en tiempo de entrega de MO se pudo cumplir con el cronograma, adelantandose con un 12% de la fecha programada, tanto en vaciado como en calidad de acabados.

Por otro lado, el rendimiento de mano de obra también es otro factor importante en el aumento de la productividad, como dicen Arapa y Maldonado (2019, p. 204) que el rendimiento de mano de obra del encofrado metálico es 33.4% mayor que el encofrado tradicional. Este porcentaje indica que hay un gran beneficio y aumento de la productividad aplicando el encofrado modular. Como se irá precisando más adelante, en cuanto a costo y tiempo según cada hipótesis específica y objetivos específicos.

Según lo expuesto, el objetivo general que trata de establecer que la aplicación del sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca, si se cumple, es decir, queda validado.

### **Primera hipótesis específica.**

En cuanto a la primera hipótesis específica, es posible afirmar que los bajos costos de encofrados modulares mejorarán la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca. En este caso, según los antecedentes creemos que se cumple tal afirmación, ya que, según Arapa y

Maldonado concluyen que los encofrados metálicos son más económicos que los encofrados tradicionales, el cual se tiene un ahorro de 45.74% por m<sup>2</sup>, es decir se ahorra casi la mitad si se aplica el encofrado el modular y no tradicional; así mismo, Castañeda y López también concluyen que aplicar encofrado modular (aluminio) es más económico que el encofrado metálico, es decir, que se ahorra el 30% del costo. Por otro lado, Santiana también coincide en cuanto al ahorro económico, pero no en el porcentaje establecido, quien concluye que el costo total de mano de obra de una vivienda tipo aplicando el método de formaletas (encofrado modular) es \$ 1,180.75; mientras que usando el método tradicional el costo asciende a \$ 4,130.78, lo que equivale al 29% en ahorro de mano de obra aplicando el método de formaletas. En síntesis, para construir 80 viviendas aplicando el método formaletas se ahorra \$ 236,002.40, que representa un 28% de mano de obra.

Ahora bien, en cuanto a las coincidencias del costo con los autores antes mencionados, en la presente investigación se determina que el costo de MO aplicando el encofrado tradicional es S/. 62.42, mientras que con el encofrado modular es S/. 27.95, lo que equivale en 45% en ahorro de mano de obra, el resultado en porcentaje es similar a lo que concluyen Arapa y Maldonado (45.74%); mientras que Castañeda y López coinciden con la investigación de Santiana. Sin embargo, estamos de acuerdo con los mencionados autores que aplicando el encofrado modular se ahorra el costo de MO y, de este modo mejora la productividad.

Con ello, se valida el primer objetivo en el que se planteó determinar que los bajos costos de encofrados modulares mejorarán la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca.

### **Segunda hipótesis específica.**

En cuanto a esta hipótesis, es dable comprobar que los tiempos de instalación de encofrados modulares contribuirá con la productividad en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca. Cabe señalar, que también creemos que se da un estricto cumplimiento de la hipótesis planteada. Como dicen Arapa y Maldonado que el uso de encofrados metálicos en la construcción de edificios es un método práctico que nos permite agilizar el proceso constructivo, es decir,

reducir el tiempo, logrando una mayor rentabilidad en grandes proyectos con elementos estructurales similares, reduciendo así el tiempo de construcción; mientras que, el sistema tradicional además del retraso en cuanto a tiempo, requiere de personal calificado.

Además, Catañeda y López, afirman también, que aplicando el encofrado modular (aluminio) el tiempo se reduce, es decir, la entrega de obra gris se adelanta en un 12% en el cronograma, tanto en vaciado como en la calidad. Así mismo, Santiana también afirma que el uso del sistema de encofrado metálico (encofrado modular) en la construcción puede agilizar el proceso constructivo, de manera que podamos obtener mayores ganancias en grandes proyectos y reducir el tiempo de construcción, y a su vez, se logra reducir los costos de mano de obra.

Por otro lado, Briceño ha demostrado que, en viviendas multifamiliares, el tiempo de instalación del encofrado modular ayudará a incrementar la productividad, ya que, en cada módulo, el encofrado de madera en muros y losa utiliza 520 horas-hombre (100%), mientras que el encofrado modular metálico requiere 304 horas-hombre. (58.46%), demostrando así que el tiempo de instalación mediante encofrados modulares se ha reducido en un 41.54%.

En ese sentido, la presente investigación, demuestra que, para encofrar 126.18 m<sup>2</sup> de columnas aplicando el encofrado modular (EM) con una cuadrilla conformada por 1 operario, 1 oficial y 0.5 peón, se demora 6 días, mientras que, con el ET se demora 11 días. Para encofrar 274.21 m<sup>2</sup> de vigas con la misma cuadrilla usando EM, se demora 18 días, mientras que, aplicando ET se demorará 28 días. Así mismo, encofrar 606.08 m<sup>2</sup> de muros, aplicando EM se demorará 20 días, mientras que, usando ET se demorará 61 días. Por último, para encofrar 314.64 m<sup>2</sup> de losa maciza aplicando EM, se demorará 9 días, mientras que, aplicando ET se demorará 26 días.

Sin embargo, empleando 02 cuadrillas por día, aplicando el encofrado modular se disminuirá el tiempo a 30 días, que si aplicamos el encofrado tradicional el tiempo aumentará a 60 días. Es decir, que en porcentaje se ahorra 50% de tiempo en la entrega de la obra. De esta manera, dicha investigación coincide con la investigación de Briceño en cuanto a porcentajes (41.54% de ahorro de tiempo);



pero también, coincide con Arapa y Maldonado, con Castañeda y López, y con Santiana en cuanto aceleración de procesos constructivos, lo cual lleva a reducir tiempos de construcción, permitiendo contribuir eficazmente a la productividad de la construcción de viviendas multifamiliares.

En ese sentido, el segundo objetivo planteado es válido desde la confirmación de la hipótesis y contrastación de la misma con los antecedentes antes descritos.

### **Tercera hipótesis específica.**

Finalmente, respecto a la siguiente hipótesis, es posible establecer que el rendimiento de MO de encofrados modulares beneficiará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca. En este caso, los antecedentes muestran que se cumple el planeamiento de dicha hipótesis, ya que, según Arapa y Maldonado concluyen que el rendimiento de MO en encofrado de columna por el método tradicional es de 11.484 m<sup>2</sup>/día ejecutándolo con una cuadrilla formada por 01 operario más 01 oficial, mientras que, el rendimiento del encofrado metálico es de 17.247 m<sup>2</sup>/día utilizando una cuadrilla conformada por 01 oficial más 01 peón. Es decir, el rendimiento de mano de obra del encofrado metálico es de 33.4% mayor que el encofrado tradicional.

Además, Castañeda y López, dicen que en términos generales, el rendimiento de los encofrados de aluminio es un 29% superior al de los encofrados metálicos, porque la colocación de los paneles es fácil y precisa. Por otro lado, según Oribe, el rendimiento en los encofrados metálicos es de 15 m<sup>2</sup>/día, mientras que los encofrados tradicionales es de 10 m<sup>2</sup>/día. El el rendimietno de los encofrados metálicos solo en esta partida señala que es 33.33% mayor que el tradicional, cuya ventaja radica en que el primer sistema no necesita de mano calificada, mientras que el segundo sí.

Finalmente, Briceño demuestra que la aplicación de encofrado modular en viviendas multifamiliares beneficiará y mejorará el rendimiento. El encofrado de madera en el muro tiene un rendimiento de 40 metros cuadrados por día, mientras que el rendimiento modular es de 70,54 metros cuadrados por día. En las losas, el rendimiento del encofrado de madera es de 50 metros cuadrados por día, y el rendimiento del encofrado modular es de 75 metros cuadrados por día. En ese

sentido, dicha actividad aplicando encofrados modulares se termina en 5 días, mientras que con el tradicional o convencional (madera) se termina en 8.5 días, es decir, usando encofrado modular el tiempo se reduce en 42.18%. Sin lugar a duda que, aplicando dicho sistema, la productividad se beneficia significativamente.

En ese sentido, se demuestra que esta investigación coincide con lo que han establecido otros autores, el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular es mayor que el rendimiento de MO aplicando el encofrado tradicional. Una cuadrilla conformada por 1 operario, 1 oficial, 0.5 peón para encofrar columnas aplicando encofrado modular (EM), rinde 20.64 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando encofrado tradicional (ET), la misma cuadrilla, rinde 11.48 m<sup>2</sup>/día, cuya diferencia es de 9.16 m<sup>2</sup>/día en favor del primero. Es decir, el rendimiento de MO aplicando encofrado modular es 44.38% mayor que el tradicional.

Además, encofrar vigas aplicando EM, la misma cuadrilla rinde 15.51 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando ET, rinde 9.7 m<sup>2</sup>/día, lo que significa 5.81 m<sup>2</sup>/día en favor del encofrado modular, es decir, 37.46% más. Por otro lado, Encofrar muros con EM, una cuadrilla rinde 30 m<sup>2</sup>/día, mientras que, encofrar usando ET, rinde 10 m<sup>2</sup>/día, en este caso la ventaja del EM es de 20 m<sup>2</sup>/día, que equivale a 66.67% más. Finalmente, encofrar losa maciza aplicando encofrado modular, una cuadrilla rinde 36 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando ET, el rendimiento es de 12 m<sup>2</sup>/día, la ventaja en este caso es de 24 m<sup>2</sup>/día, que equivale a 66.67%.

De esta manera, queda validado el tercer objetivo, cuyo planteamiento fue establecer que un mejor rendimiento de MO de encofrados modulares beneficiará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca. Se ha confirmado la hipótesis y contrastado con los antecedentes el cumplimiento del dicho objetivo.

En síntesis, se puede decir que, el rendimiento de MO aplicando el encofrado modular, aumenta la productividad significativamente en construcción de vivienda multifamiliar. A su vez, si el rendimiento de MO es mayor, también será mayor el ahorro económico, por ende, la probabilidad de mejorar la productividad es evidente económicamente hablando.

## VI CONCLUSIONES

En esta investigación se pudo concluir que usando encofrados modulares en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca, mejorará la productividad. Luego de haber terminado con el estudio, se presentan las siguientes conclusiones basadas en los resultados y discusiones ya planteadas.

**Primera:** Aplicando el Sistema de Encofrado Modular (SEM) los costos disminuyen considerablemente. En ese sentido, la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca, aplicando el encofrado tradicional el costo es de S/. 138,744.17; mientras que, aplicando el SEM, el costo se reduce a S/. 55,831.68. Pues, el ahorro en soles las cifras ascienden a S/. 82,912.49, que equivale a un 60%; esto significa que la productividad aumentará significativamente aplicando SEM, en vez del encofrado tradicional, por lo que se demuestra la hipótesis específica uno.

**Segunda:** Aplicando el encofrado modular para encofrar todo el proyecto, se logra disminuir los tiempos significativamente. Es así que, empleando 02 cuadrillas por día, aplicando el encofrado modular disminuirá el tiempo a 30 días, mientras que, aplicando el encofrado tradicional, el tiempo aumentará a 60 días, equivalente a 50% en ahorro de tiempo en la entrega de la obra. Por lo tanto, el tiempo en la instalación de encofrados contribuye con la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares y de cualquier proyecto a ejecutar. Lo más importante de este encofrado es ejecutar el vaciado de concreto armado de manera monolítica, por lo que se demuestra la hipótesis específica dos.

**Tercera:** El rendimiento de MO aplicando el encofrado modular es superior al encofrado tradicional, en promedio usando el primero es 25.54 m<sup>2</sup>/día, mientras que, aplicando el segundo, el rendimiento es 10.80 m<sup>2</sup>/día, cuya diferencia es de 14.74 m<sup>2</sup>/día, equivalente al 57.71% en favor del encofrado modular. Este resultado se ajusta, siempre y cuando se trabaje con las cuatro cuadrillas en paralelo. Sin lugar a dudas que la productividad aumentará y será mejor con el uso de esta novedosa tecnología, en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca, por lo que se demuestra la hipótesis específico tres.

## VII RECOMENDACIONES

**Primera:** Se recomienda a las constructoras de la provincia de Jaén u otras del interior del país, invertir en esta novedosa tecnología, como son los encofrados modulares. Si bien es cierto, que la inversión inicial es significativa pero que a largo plazo es muy rentable, y garantiza la reducción de mano de obra, brinda un mejor acabado, disminuye los desperdicios a cero, es decir, menos contaminación ambiental y el ahorro de tiempo en la entrega de obra que es fundamental, ya que en el distrito y provincia de Jaén aún no se cuenta con este tipo de encofrados.

**Segunda:** Se recomienda también, construir viviendas multifamiliares con el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, porque los terrenos que se oferta hoy en Jaén tienen medidas de 5x20 m, 5x15 m, 6x20 m y 6x15 m. La finalidad es ganar espacio y tener un mejor diseño arquitectónico, para el cual, el encofrado modular es idóneo. Pues, con este encofrado, el vaciado del concreto armado es monolítico, el rendimiento de mano de obra será mayor que cualquier sistema constructivo.

## REFERENCIAS

- A review on wooden formwork for concrete casting. Shah, Mohamad Shazwan Ahmad. 2018. Asia-Pacífico: IOP, 2018. ISSN- 012036.
- AN EMPHATIC TIME AND COST SAVER TECHNIQUE- KUMKANG ALUMINUM FORMWORK SYSTEM. Bharagvi S, Pujari y D., D. B. Bhosale y Shinde R. 2018. 05, Maharashtra, India: (IRJET, 2018, Vol. V. ISSN: 2395-0072.
- Anibrata, Routh, Arun, S. y Sharanappa, Rao and. 2020. LARGE AREA SLAB PANEL FORMWORK SYSTEM. US 20200173183A1 Estados Unidos, 04 de Junio de 2020. FORMWORK SYSTEM.
- Applicability of Formwork Automation Design Software for Aluminum Formwork. Lee, Bokyeong, Choi, Hyeonggil y Lee., Byongwang Min and Dong-Eun. 2020. 9, COREA: MDPI, 2020, Vol. I. ISSN 2076-3417.
- ARAPA Mamani, Víctor Narcizo y Maldonado López, Fanny. *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017*. 2019.
- BIM-based Decision Support System for Concrete Formwork Design. Romanovskyi, R. y Azar, L. Sanabria Mejia and E. Rezazadeh. 2019. Canadá: ISARC, 2019.
- BRICEÑO Huamaní, Efraín Ponciano. *Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra – Condominio Real Carabayllo en el 2016*. 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima – Perú.
- CA, Virgilio A. Ghio; WALKER, Roberto Bascuñán. *Innovación tecnológica en la construcción ahora es cuando*. Revista Ingeniería de la Construcción. 2012, N° 14, p. 9-18.
- CALDERÓN Cockburn, Julio. *El estado y la informalidad urbana, Perú en el siglo XXI*. 2019. Art. 3(2019) 45 -64, ISSN 2617-6254.DOI. URP, Lima, Perú.
- CASTILLO, Virgilio Ghio. *Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta*. 20101. Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, 2001.

CHASIS Benavides, Lucas Jonás. *Análisis comparativo de un sistema aporcado y un sistema de muros de ductilidad limitada y su incidencia en el costo beneficio*. 2016. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil.

Comparative Analysis of Tunnel Formwork System and Aluminum Formwork System for High Rise Buildings. Attar, Kalbhor Shailesh S y A. C. 2017. 05, Rajaramnagar, Sangali - India : IJERT, 2017, Vol. VI. ISSN: 2278-0181.

COMPARATIVE STUDIES OF CONSTRUCTION TECHNIQUES. PAREKH, NINJAL M y PATEL, BHUPENDRA M MARVADI Y UMANG. 2015. 2, Gujarat, India: s.n., 2015, JOURNAL OF INFORMATION, KNOWLEDGE AND RESEARCH IN CIVIL ENGINEERIN, Vol. III. ISSN: 0975 – 6744.

Comparative Study And Analysis Between Tunnel Formwork And Conventioal Formwork System. Lahare, Aditya S. 2017. 6, Maharashtra, India: IJIRAS, Junio de 2017, International Journal of Innovative Research and Advanced Studies, Vol. IV. ISSN: 2394-4404.

Coping with the Complexity of Safety, Health, and Wellbeing in Construction. Saurin, Tarcisio Abreu, Costa, Dayana Bastos y Emuze, Michael Behm y Fidelis. 2018. Salvador, Brazil: Marketing Aumentado, 2018. ISBN: 978-85-67169-11-8.

Development of lining formwork for column expansion during reconstruction of building and structures. Oganesyanyan, S G Abramyan y O V. 2020. Volgograd, Rusia: IOP, 2020.

LÓPEZ Povis, William Jhon. *Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social. Caso: Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima*. 2015. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad San Martín de Porres. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Carrera de Ingeniería Civil.

MADRIGAL Calvo, Henry Bryan. *Análisis constructivo de un sistema de encofrado modular aplicado a proyectos en serie de viviendas de dos plantas*. 2009. Facultad de Ingeniería. Escuela de ingeniería civil. Universidad de Costa Rica.

MONJO Carrió, Juan. *La evolución de los Sistemas Constructivos en la Edificación. Procedimientos para su Industrialización*. 2005. Informes de la Construcción, Vol. 57, n, 499-500.

Oberlender, Garold D. 2014. *Project Management for Engineering and Construction*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-0-07-182231-2.

ORIBE Alva, Yosep. *Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima*. 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería. Escuela profesional de Ingeniería Civil.

Pla de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén, 2013.

Pneumatic formwork used in strengthening of structural elements during reconstruction of buildings and structures. Abramyan, Susanna y Oganessian, Vladimir Polyakov y Oganess. 2017. Volgogrado, Rusia: EDP Sciences, 2017.

Pytel, Andrew and Kiusalaas, Jaan. 2012. *Mechanics of Materials*. Estados Unidos: Cengage Learning, 2012. ISBN-13: 978-0-495-66775-9.

Rankings of Factor Affecting Formwork Causing Delay in Construction Project By RII Method. Ankit Nileshchandra, Patel y Pitroda, Jayeshkumar. 2017. 01, Gujarat, India: MAT Journals, 2017, *Journal of Construction and Building Materials Engineering*, Vol. III. ISSN (2319-8753) (2347-6710).

Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 2017, 1(22), ISSN:2007-3615.

Robert L, Peurifoy and Garold D, Oberlender. 2011. *Formwork for Concrete Structures*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2011. ISBN: 978-0-07-163917-0.

Robert L, Peurifoy, Clifford J, Schexnayder y Robert L, Schmitt y Aviad Shapira. 2018. *Construction Planning, Equipment, and Methods*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2018. ISBN: 978-1-26-010880-4.

RODRIGUEZ López, Mariana. *Consecuencias culturales y políticas para los movimientos migratorios: estereotipos y prejuicios entre México y Centroamérica*. 2017. *Revista Humanismo y Cambio Social*. Número 9. Año 4.

ROJAS Montoya, Anghela Magaly. *Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: Construcción de muros y tabiques de albañilería*. 2014. Tesis para obtener el título de ingeniero civil. Universidad Privada del Norte. Lima.

SANTIANA Castañeda, Adrián Arturo. *Sistema constructivo utilizando encofrado forsa para soluciones habitacionales en los terrenos urbanizados de nueva Chamanga, cantón Muisne, Provincia de Esmeraldas*. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.

SERPELL, Alfredo. *Productividad en la construcción*. Revista Ingeniería de Construcción, 21011, vol. 1, N° 1, p. 53-59.

ULCO Arias, Claudia Andrea. *Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la Empresa Industrias ART PRINT*. 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Civil. Escuela profesional de ingeniería Industrial.

VALERIANO Layme, Elard Fredy. *Evaluación de la productividad en la ejecución de obras de infraestructura de la Universidad Nacional del Altiplano Puno aplicando la filosofía Lean Construction*. 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Juliaca. Perú.



## **ANEXOS**

**Anexo N° 1. Matriz de operacionalización de variables.**

“Aplicación de encofrados modulares para mejorar la productividad en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca”						
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	Instrumento	Escala de Medición
<b>VARIABLES 1: ENCOFRADOS MODULARES</b>	Este sistema se construye de láminas de aluminio de aleación 5052-H38 de gran resistencia a la deformación, los cuales son ensamblados a un marco conformado por perfiles de aluminio lisos, los que formarán los distintos paneles que se utilizan en la modulación de los proyectos. (Madrigal, 2009)	Se aplicó una ficha de recopilación de datos que recopiló datos de la vida útil, tiempos de instalación y bajo peso.	Costo	Vida útil Metrados Estudio de planos	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	Ficha Técnica / Razón
			Tiempos de instalación	HH HM	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	
			Rendimiento	tiempo de entrega HH Rentabilidad	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	
<b>VARIABLES 2: PRODUCTIVIDAD</b>	Para entender la construcción como un sistema constructivo, es importante reconocer que la definición de productividad presenta la relación existente entre lo producido y lo gastado. (Botero 2004, p. 51)	Se aplicó una ficha de recopilación de datos que recopiló datos de la programación, producción y recurso humano.	Producción	Producto terminado Tiempos de ejecución Rendimientos	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	Ficha Técnica / Razón
			Recurso humano	Cuadrillas Estándares de producción Personal calificado	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 2. Matriz de consistencia.

“Aplicación de encofrados modulares para mejorar la productividad en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén – Cajamarca”								
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodo de Investigación	
¿De qué manera la Aplicación de encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca?	Establecer que la Aplicación de encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca?	Aplicando el sistema modular de encofrados aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca.	VARIABLE INDEPENDIENTE: ENCOFRADOS MODULARES	Costo	Vida útil	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	<b>Enfoque de la Investigación</b> Cuantitativo. Usa la recolección de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico. (Valderma,2013, p.24)	
					Metrados			
					Estudio de planos			
				Tiempos de instalación	HH	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos		<b>Tipo de Investigación</b> Es de tipo aplicada." Es aplicada, llamada también práctica, (Valderrama 2013, p.78)
					HM			
				Rendimiento	tiempo de entrega	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos		
HH								
Rentabilidad								
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Producción	Producto terminado	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos	<b>POBLACION:</b> Son los elementos, seres o cosas que tienen atributos o características comunes, susceptibles a ser observados. Vivienda multifamiliar. (Valderrama, 2013,p.172)	
¿De qué manera los bajos costos de encofrados modulares mejora la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén -Cajamarca?	Determinar que los bajos costos de encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca.	Es posible afirmar que los bajos costos de encofrados modulares mejorarán la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca.			Tiempos de ejecución			
¿De qué manera los tiempos de instalación de encofrados modulares contribuirá con la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca?	Demostrar que los tiempos de instalación de encofrados modulares ayudará a la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca.	Es dable comprobar que los tiempos de instalación de encofrados modulares contribuirá con la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca.			Rendimientos			
¿De qué manera un mejor rendimiento de mano de obra de encofrados modulares beneficiará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca?	Establecer el rendimiento de mano de obra de encofrados modulares aumentará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca.	Es posible establecer que un mejor rendimiento de mano de obra de encofrados modulares beneficiará la productividad en la construcción de viviendas multifamiliares en Jaén-Cajamarca.		Recurso humano	Cuadrillas	Ficha Técnica / Ficha juicio de expertos		<b>MUESTRA:</b> Es un subconjunto representativo de una población. Vivienda multifamiliar. (Valderrama, 2013,p.172)
				Estandares de producción				
					Personal calificado		<b>Se utilizó una muestra no probabilística sujeto al criterio del investigador.</b>	

### Anexo N° 3. Certificados de validez por juicio de expertos.



#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>							
1	Vida Útil		✓	✓		✓		
2	Metrados		✓	✓		✓		
3	Estudio de planos		✓	✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Hora hombre	✓		✓		✓		
5	Hora máquina	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Tiempo de entrega	✓		✓		✓		
7	Hora hombre	✓		✓		✓		
8	Rentabilidad	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: TITO EDGARDO CARRERA ANCAJIMA

Registro CIP N° 84564

Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Tito Edgardo Carrera Ancajima  
INGENIERO CIVIL  
R. CIP. 84564

Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>								
1	Producto terminado	✓			✓	✓		
2	Tiempo de ejecución	✓			✓	✓		
3	Rendimientos	✓			✓	✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>								
4	Cuadrillas	✓		✓		✓		
5	Estándares de producción	✓		✓		✓		
6	Personal calificado	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: TITO EDGARDO CARRERA ANCAJIMA

Registro CIP N° 84564

Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

  
 Tito Edgardo Carrera Ancajima  
 INGENIERO CIVIL  
 R. CIP. 84564

Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL.

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>							
1	Vida Útil	X		X		X		
2	Metrados	X		X		X		
3	Estudio de planos	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>							
4	Hora hombre	X		X		X		
5	Hora máquina	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>							
6	Tiempo de entrega	X		X		X		
7	Hora hombre	X		X		X		
8	Rentabilidad	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [X]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: Delgado Pérez Andrés Abelardo

Registro CIP N° 125729

Jaén, 16 de marzo del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



*Andrés A. Delgado Pérez*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP. 125729

Firma del Experto Informante  
 INGENIERO CIVIL

CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>							
1	Producto terminado	X			X	Y		
2	Tiempo de ejecución	X			X	Y		
3	Rendimientos	X			X	Y		
	<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>							
4	Cuadrillas		X	X		X		
5	Estándares de producción		X	X		X		
6	Personal calificado		X	X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [X]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: Delgado Pérez, Andrés Abelardo

Registro CIP N° 125729

Jaén, 16 de marzo del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Andrés A. Delgado Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 125729  
Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL.

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>							
1	Vida Útil	X			X		X	
2	Metrados	X			X		X	
3	Estudio de planos	X			X		X	
	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>							
4	Hora hombre	X			X		X	
5	Hora máquina	X			X		X	
	<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>							
6	Tiempo de entrega		X	X		X		
7	Hora hombre	X		X		X		
8	Rentabilidad	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

 Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador. Ing: JOSE OSBER ESPINOZA OBLITAS

 Registro CIP N° 152992

 Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.


 J. Osber Espinoza Oblitas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 152992

**Firma del Experto informante**  
 INGENIERO CIVIL

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>							
1	Producto terminado	X			X	X		
2	Tiempo de ejecución		X		X	X		
3	Rendimientos	X						
	<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>							
4	Cuadrillas	X			X	X		
5	Estándares de producción	X			X	Y		
6	Personal calificado	X			X	X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): NO HAY OBSERVACIONES

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable    Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: JOSE OSBER ESPINOZA OBLITAS

Registro CIP N° 152992

Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



J. Osber Espinoza Oblitas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 152992

Firma del Experto informante  
 INGENIERO CIVIL.

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>								
1	Vida Útil	✓		✓		✓		
2	Metrados	✓		✓		✓		
3	Estudio de planos	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>								
4	Hora hombre		✓		✓		✓	
5	Hora máquina		✓		✓		✓	
<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>								
6	Tiempo de entrega	✓		✓		✓		
7	Hora hombre		✓		✓		✓	
8	Rentabilidad	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable []   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: CARLOS OMAR OCAÑA CRUZ

Registro CIP N° 83656

Jaén, 12 de Mayo del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



Carlos Omar Ocaña Cruz  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 83656

Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>								
1	Producto terminado		✓		✓		✓	
2	Tiempo de ejecución		✓		✓		✓	
3	Rendimientos	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>								
4	Cuadrlas	✓		✓		✓		
5	Estándares de producción		✓		✓		✓	
6	Personal calificado		✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable []    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: CARLOS OMAR OCAÑA CRUZ

Registro CIP N° 83656.....

Jaén, 12 de MARZO del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Carlos Omar Ocaña Cruz  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 83656

Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>							
1	Vida Útil	X		X		X		
2	Metrados	X		X		X		
3	Estudio de planos	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>							
4	Hora hombre	X		X				
5	Hora máquina	X		X				
	<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>							
6	Tiempo de entrega	X		X		X		
7	Hora hombre	X		X		X		
8	Rentabilidad	X		X		X		

 Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable (X)   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador. Ing: MANUEL ENRIQUE PIZARRO ALVAREZ

 Registro CIP N° 172704

Jaén, 15 de MARZO del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



 MANUEL ENRIQUE  
 PIZARRO ALVAREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 172704

**Firma del Experto informante**  
**INGENIERO CIVIL**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>							
1	Producto terminado	X		X		X		
2	Tiempo de ejecución	X		X		X		
3	Rendimientos	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>							
4	Cuadrillas	X		X		X		
5	Estándares de producción	X		X		X		
6	Personal calificado	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: MANUEL ENRIQUE PIZARRO ALVAREZ.

Registro CIP N° 172704

Jaén, 15 de Marzo del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.



MANUEL ENRIQUE  
PIZARRO ALVAREZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 172704

Firma del Experto informante  
INGENIERO CIVIL

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE ENCOFRADOS MODULARES.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Costo</b>							
1	Vida Útil	/		/		/		
2	Metrados	/		/		/		
3	Estudio de planos	/		/		/		
	<b>DIMENSIÓN 2: Tiempo de instalación</b>							
4	Hora hombre	/		/		/		
5	Hora máquina	/		/		/		
	<b>DIMENSIÓN 3: Rendimiento</b>							
6	Tiempo de entrega	/		/		/		
7	Hora hombre	/		/		/		
8	Rentabilidad	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Ing: Marco Omer Guevara Castillo

Registro CIP N° 177989

Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructor.  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Marco Omer Guevara Castillo  
**ING. CIVIL**  
**R. CIP. N° 177989**  
 Firma del Experto Informante  
 INGENIERO CIVIL

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD.**

N°	DIMENSIONES/Indicador	Pertinente <sup>1</sup>		Relevante <sup>2</sup>		Claro <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Producción</b>								
1	Producto terminado		✓	✓		✓		
2	Tiempo de ejecución		✓	✓		✓		
3	Rendimientos		✓	✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Recurso humano</b>								
4	Cuadrillas	✓		✓		✓		
5	Estándares de producción	✓		✓		✓		
6	Personal calificado	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: Marco Olmer Guevara Castillo

Registro CIP N° 177989

Jaén, 16 de 03 del 2021

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto técnico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructor.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.



Marco Olmer Guevara Castillo  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 177989

Firma del Experto Informante  
INGENIERO CIVIL

**Nota:** Suficiencia, se dice cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

## Anexo N° 4. Presupuesto del sistema tradicional

### Presupuesto

Presupuesto 0102001 Vivienda Multifamiliar  
 Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS  
 Cliente ESPINOZA OBLITAS, JORGE AUNER Costo al 04/01/2021  
 Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				95,154.72
01.01	CONCRETO ARMADO				95,154.72
01.01.01	COLUMNAS				
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS CMADERA	m2	126.18	62.42	7,876.16
01.01.03	MUROS				43,936.19
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS TIPO/CARAVISTA MADERA	m2	606.10	72.49	43,936.19
01.01.04	VIGAS				22,034.95
01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS INTEGRADA A LOSA	m2	411.33	53.57	22,034.95
01.01.05	LOSAS MACIZAS				21,307.42
01.01.05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA CMADERA	m2	314.64	67.72	21,307.42
	COSTO DIRECTO				95,154.72
	GASTOS GENERALES 12.5286%				11,921.55
	UTILIDAD 10%				9,515.47
					-----
	SUBTOTAL				116,591.74
	IMPUESTO (IGV 19%)				22,152.43
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				138,744.17

SON : CIENTO TRENTIOCHO MIL SETECIENTOS CUARENTICUATRO Y 17/100 NUEVOS SOLES



## Anexo N° 5. Presupuesto del SEM.

### Presupuesto

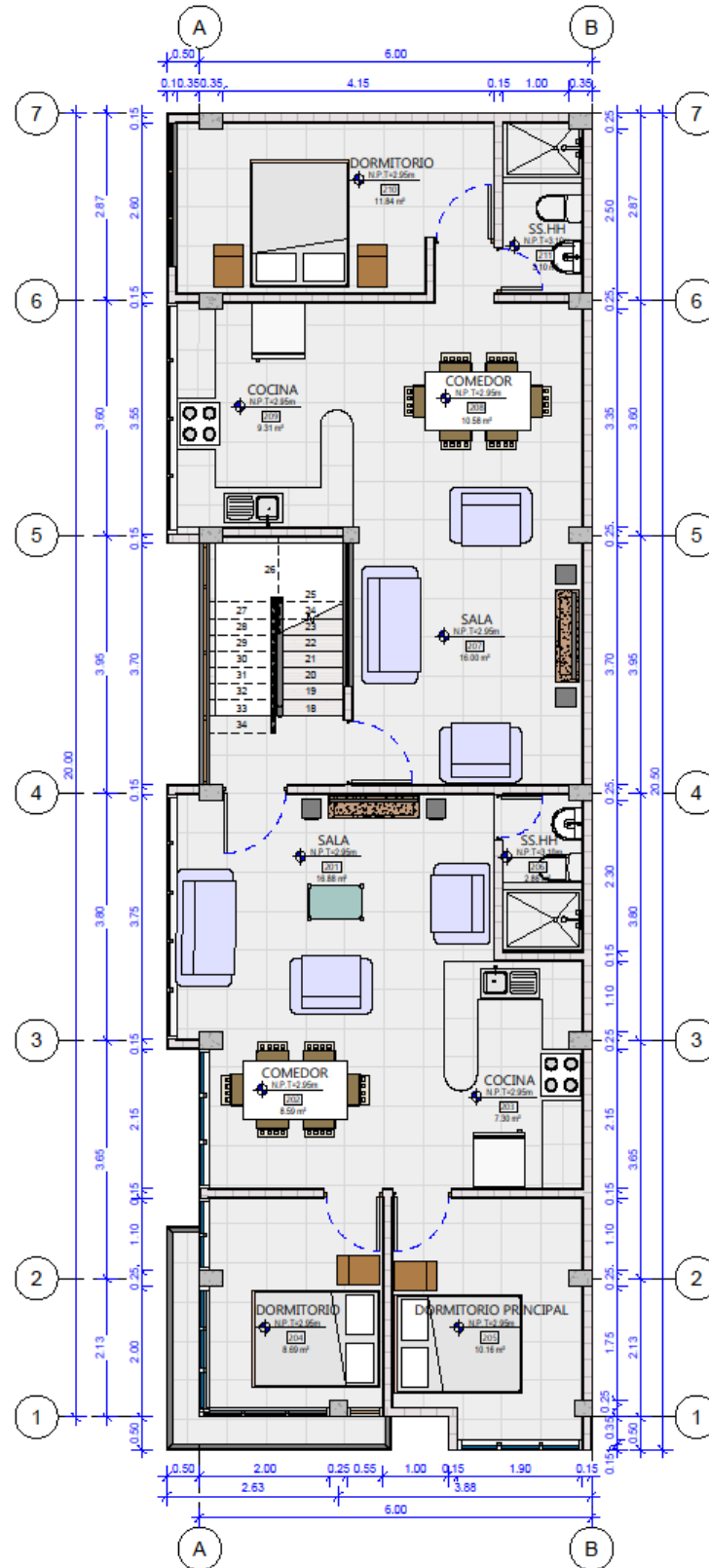
Presupuesto 0102001 Vivienda Multifamiliar  
 Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS  
 Cliente ESPINOZA OBLITAS, JORGE AUNER Costo al 04/01/2021  
 Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				38,290.96
01.01	CONCRETO ARMADO				38,290.96
01.01.01	COLUMNAS				3,526.73
01.01.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS S/MODULAR	m2	126.18	27.95	3,526.73
01.01.02	MUROS				13,582.70
01.01.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DOS CARAS S/MODULAR	m2	606.10	22.41	13,582.70
01.01.03	VIGAS				14,750.29
01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS SECCION VARIABLE S/MODULAR	m2	411.33	35.86	14,750.29
01.01.04	LOSAS MACIZAS				6,431.24
01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	314.64	20.44	6,431.24
	COSTO DIRECTO				38,290.96
	GASTOS GENERALES 12.5286%				4,797.32
	UTILIDAD 10%				3,829.10
					-----
	SUBTOTAL				46,917.38
	IMPUESTO (IGV 19%)				8,914.30
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				55,831.68

SON : CINCUENTICINCO MIL OCHOCIENTOS TRENTIUNO Y 68/100 NUEVOS SOLES



## Anexo 7: Plano Arquitectónico del Segundo y Tercer Nivel.



**Anexo 8: Foto realismo de la vivienda multifamiliar.**



## Anexo 9: Proformas de encofrados tradicionales según expertos.

### PROFORMA ENCOFRADO TRADICIONAL

**Proyecto:** Vivienda Multifamiliar      **Lugar:** Jaén-Cajamarca  
**Cliente:** Jorge Auner Espinoza Oblitas      **Fecha:** Enero 2021  
**Partida:** Encofrados      **cuadrilla:** 01 Op; 01 Oficial, 01 Peon  
**Sub Partida:** Costo de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	COSTO S/.
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	2523.60
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	19651.80
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	6855.50
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	6817.20
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	2860.08
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	9218.53
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	7769.57
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	4754.56

#### Sub Partida: Tiempo de ejecución de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	TIEMPO (Días)
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	4.21
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	23.40
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	11.43
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	6.99
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	8.41
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	27.11
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	22.85
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	13.98

#### Sub Partida: Rendimiento de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	REND.m2/día
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	10.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	12.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	12.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	15.00
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	10.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	12.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	12.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	15.00

  
 MANUEL ENRIQUE  
 PIZARRO ALVAREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 172704

Validado por el Ing. Civil Manuel Enrique Pizarro Álvarez.

### PROFORMA ENCOFRADO TRADICIONAL

**Proyecto:** Vivienda Multifamiliar      **Lugar:** Jaén-Cajamarca  
**Cliente:** Jorge Auner Espinoza Oblitas      **Fecha:** Enero 2021  
**Partida:** Encofrados      **cuadrilla:** 01 Op; 01 Oficial, 01 Peon  
**Sub Partida:** Costo de mano de obra


Descripción	Und.	Metrado Total	COSTO S/.
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	2523.60
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	19651.80
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	6855.50
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	6817.20
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	3575.10
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	10056.58
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	10359.42
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	5943.20

**Sub Partida: Tiempo de ejecución de mano de obra**

Descripción	Und.	Metrado Total	TIEMPO (Días)
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	5.26
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	25.52
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	15.23
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	8.74
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	10.52
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	29.58
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	30.47
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	17.48

**Sub Partida: Rendimiento de mano de obra**

Descripción	Und.	Metrado Total	REND.m2/día
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	8.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	11.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	9.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	12.00
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	8.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	11.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	9.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	12.00



WILDAN & RV CONTRATISTAS GENERALES S.A.C  
 José Gabriel Villalobos Ascurra  
 GERENTE GENERAL

Validado por José Gabriel Villalobos Ascurra.

### PROFORMA ENCOFRADO TRADICIONAL

Proyecto: Vivienda Multifamiliar  
 Cliente: Jorge Auner Espinoza Oblitas  
 Partida: Encofrados

Lugar: Jaén-Cajamarca  
 Fecha: Enero 2021  
 Cuadrilla: 01 Op; 01 Oficial, 01 Peón

Sub Partida: Costo de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	COSTO S/.
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	2523.60
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	19651.80
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	6855.50
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	6817.20
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	3177.87
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	11062.24
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	9323.48
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	4754.56

Sub Partida: Tiempo de ejecución de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	TIEMPO (Días)
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	4.67
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	28.07
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	13.71
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	6.99
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	9.35
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	32.54
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	27.42
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	13.98

Sub Partida: Rendimiento de mano de obra

Descripción	Und.	Metrado Total	REND.m2/día
<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>ENCOFRADOS 1ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	42.06	9.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	280.74	10.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	137.11	10.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	104.88	15.00
<b>ENCOFRADOS 2DO Y 3ER PISO</b>			
Encofrado y desencofrado de Columnas C/madera	m2	84.12	9.00
Encofrado y desenc. de muros tipo/caravista madera	m2	325.36	10.00
Encofrado y desenc. de vigas integrada a losa	m2	274.22	10.00
Encofrado y desenc. de Losa maciza C/madera	m2	209.76	15.00



Marco Olmer Guevara Castillo  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 177989

Validado por el Ing. Marco Olmer Guevara Castillo.