



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de los sistemas de encofrado en una edificación  
multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Saldivar Galarza, Jorge Luis (<https://orcid.org/0000-0002-8568-2922>)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi esposa e hijos por ser mi principal motivo para poder terminar mi carrera universitaria y así darle una buena calidad de vida.

A mis padres Jorge y Guina por educarme y solventarme toda mi carrera universitaria, dándome consejos para seguir adelante.

A mis hermanos Rafael y Koki por ser un apoyo incondicional para que toda me salga como lo planeo.

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la fortaleza y guiarme por el camino correcto, por ayudarme a levantarme cuando me caí.

Mi agradecimiento completo con la Universidad Cesar Vallejo, por el curso Proyecto de Investigación II que a través de sus clases personalizadas con Ingeniero Asesor Raul Antonio Pinto Barrantes he podido completar todo el curso

## Índice de contenidos

Cáratula.....	i
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>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	
36 3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	36
3.2. Variable y operacionalización.....	36
3.3. Población, muestra y muestreo.....	38
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.5. Procedimiento.....	39
3.6. Método de análisis de datos.....	39
3.7. Aspectos éticos.....	39
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>60</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos obtenidos para la construcción de la Curva Resistencia– maduración	31
Tabla 2. Mano de obra de sistema de encofrado metálico	34
Tabla 3. Requerimiento del sistema encofrado metálico	34
Tabla 4. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera para sobrecimientos	41
Tabla 5. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera columnas	42
Tabla 6. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en vigas	42
Tabla 7. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en losa aligerada	43
Tabla 8. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimiento	43
Tabla 9. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en columnas.	44
Tabla 10. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en vigas	44
Tabla 11. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en losa aligerada	45
Tabla 12. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimientos	45
Tabla 13. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en columnas	46
Tabla 14. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en vigas	46
Tabla 15. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en losa	47
Tabla 16. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para placas	53
Tabla 17. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para placas	53
Tabla 18. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para sobrecimientos	54

Tabla 19. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para columnas	54
Tabla 20. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para vigas	55
Tabla 21. Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para Losa Aligerada	55

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Curva resistencia maduración de las dosificaciones A y B	32
Figura 2. Vibrado de concreto	33
Figura 3. Componentes de encofrado de losas y vigas	35
Figura 4. Productividad de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimiento en los años 2016 y 2020	47
Figura 5. Productividad de encofrado y desencofrado de madera en columnas en los años 2016 y 2020	48
Figura 6. Productividad de encofrado y desencofrado de madera en vigas en los años 2016 y 2020	48
Figura 7. Productividad de encofrado y desencofrado de madera en losas en los 2016 y 2020	49
Figura 8. Productividad de encofrado y desencofrado de madera entre los años 2016 y 2020	49
Figura 9. Precio unitario de encofrado de madera en sobrecimiento entre los años 2016 y 2020	50
Figura 10. Precio unitario de encofrado de madera en columnas entre los años 2016 y 2020	50
Figura 11. Precio unitario de encofrado de madera en vigas entre los años 2016 y 2020	51
Figura 12. Precio unitario de encofrado de madera en losas entre los años 2016 y 2020	51
Figura 13. Precio unitario de encofrado de madera entre los años 2016 y 2020	52
Figura 14. Productividad ponderada y precio unitario ponderado del encofrado de madera entre los años 2016 y 2020	52
Figura 15. Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de sobrecimiento en el año 2020	56
Figura 16. Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de columnas/placas en el Año 2020	56
Figura 17. Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de vigas en el año 2020	57
Figura 18. Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de losa en el año 2020	57
Figura 19. Rendimiento Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020	57

Figura 20. Precio unitario de encofrado metálico en sobrecimiento en el año 2020	58
Figura 21. Precio unitario de encofrado metálico en columnas y placas en el año 2020	58
Figura 22. Precio unitario de encofrado metálico en vigas en el año 2020	59
Figura 23. Precio unitario de encofrado metálico en losas en el año 2020	59
Figura 24. Precio unitario ponderado de encofrado metálico en el Año 2020	59
Figura 25. Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020	60



## Resumen

La siguiente revisión sistemática se basa en la aplicación del sistema de encofrado metálico en un proyecto de multifamiliar donde damos a entender lo importante que es la partida de encofrado ya sea en la línea económica sino también en plazos del proyecto ya que te puede ayudar en acabar mucho antes el proyecto.

Partiendo desde que antiguamente el encofrado fue con madera y en la actualidad ya se está utilizando el encofrado metálico comenzando en los proyectos de mayor envergadura; en algunos casos la partida de encofrado es mayor a la partida de concreto.

Explicamos como el encofrado metálico puede ayudar económica y también reduce el plazo que tiene el proyecto que tenga la partida de encofrado, esto es debido a la versatilidad que tiene los paneles en acoplarse en las estructuras.

Una de las problemáticas que se encuentran en obra es que las instituciones educativas no consideran en su plan estudiantil el tema de encofrado metálico y cuando el profesional comienza cualquier proyecto se encuentra con algo nuevo y es ahí donde comienza los errores ya que los operarios también desconocen y comienzan a maltratar los equipo sin saber que eso le genera un costo adicional al proyecto.

Indicamos en que tipos de proyectos se utiliza mayormente el encofrado metálico ya sea edificaciones (residenciales, oficinas, centros comerciales, etc.) y obras civiles (minería, proyectos industriales, infraestructura, energía, etc.)

**Palabras clave:** Encofrado metálico, concreto, edificación multifamiliar

## **Abstract**

The following systematic review is based on the application of the metal formwork system in a multifamily project where we understand how important the formwork item is in the economic line but also in terms of the project since it can help you finish the project much earlier.

Starting from the beginning of the formwork in the former and in the current one the metal formwork is already being used starting in the largest projects; in some cases, the formwork heading is greater than the concrete heading.

We explain how metal formwork can help economically and reduces the term of the project that has the formwork part, this is due to the versatility of the panels in coupling in the structures.

One of the problems that are under construction is that educational institutions do not consider in their student plan the issue of metal formwork and when the professional begins any project, he finds something new and that is where the errors begin since the operators also do not know and begin to mistreat the equipment without knowing that this generates an additional cost to the project.

We indicate in which types of projects metal formwork is mostly used, whether buildings (residential, offices, shopping centers, etc.) and civil works (mining, industrial projects, infrastructure, energy, etc.)

**Keywords:** Metal formwork, concrete, multifamily building

## **I. INTRODUCCIÓN**

Debido que en la actualidad la tecnología avanza en el mundo entero, en el ámbito de construcción no pasa desapercibido por lo que el encofrado también se ha actualizado; el encofrado es una de las partidas más importantes en la construcción donde está incluida el concreto; y ya que es uno de los materiales más versátil usado en la construcción, también se buscó otras maneras más adaptables y con soluciones más rápidas para encofrar.

En un presupuesto de una edificación, el encofrado suele ser más caro que el mismo concreto que se utilizara en la construcción por eso el uso adecuado del encofrado nos ayudara a optimizar el costo y tiempo en cualquier proyecto teniendo los parámetros de indica el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La parte económica y de tiempo de una construcción es fundamental ya que nos permite trabajar con los montos y plazos ya establecidos por la entidad privada o nacional teniendo al ingeniero a favor el control del encofrado aplicando los conocimientos del armado de este mismo, y a su vez sabiendo que se optimizara en los ítems de la compra de materiales, colocación del encofrado y desencofrado, acabado del concreto, etc.

Las propuestas técnicas del diseño del encofrado incluso de contestar a las solicitudes que hay en los proyectos se tiene que atender sus variables de operación y logísticas, así con la programación del proyecto, con lo que el ingeniero consolida el cumplimiento de los plazos establecidos y su presupuesto de obra, optimizando de usos de los elementos del sistema.

Por el lado educativo si bien es cierto, en las instituciones técnicas o profesionales de construcción se enseña sobre encofrado y principalmente encofrado de madera. El profesional al terminar sus estudios, postular a un trabajo e ingresar se encuentra con una realidad distinta, debido a que los encofrados hoy en día utilizados en los diferentes proyectos tienen altos estándares técnicos, en su mayoría europeos. Estos encofrados cuentan con certificaciones, catálogos, sistemas y especialistas que ofrecen soluciones para los proyectos que vamos a realizar.

En este trabajo de investigación nos ayudara analizar e identificar cada tipo de encofrado que requeriremos en nuestro proyecto, puesto que cubren soluciones para los muros, vigas y losas.

En otro tema relevante que se debe estimar, es que, debido a este desconocimiento en temas, como una buena elección y uso del encofrado para nuestro proyecto, se generan malos usos de los sistemas y equipo de encofrado por malas prácticas que conllevan al final de la obra a perdidas en costos imprevistos, debido a que al usar de una manera incorrecta los materiales y equipos de encofrados; se deterioran. Siendo un factor común en todas las construcciones que hace se vean afectados económicamente al momento de terminar el proyecto.

El encofrado metálico surgió a partir de 2021 con mucha demanda debido a la cantidad de proyectos de alta envergadura. El sistema se basa en componentes metálicos rígidos que se adecuan de acuerdo con la modulación dada. Eso sería una desventaja contra el encofrado de madera ya que debido a que la madera se puede cortar puede tener varias maneras (recortando, aumentando más elementos, etc.). No obstante, en costo sería adecuado utilizar el encofrado metálico ya que tiene mayor cantidad de usos y es más fácil de trabajar al momento de encofrar y para desencofrar. (Chunga & Ramírez, 2019).

El encofrado prefabricados que se puede reutilizar consiste en paneles con unas medidas estándar, la mayoría de las empresas encofradoras los paneles son metálicos que mayormente se encofra ambos lados de la estructura, uno de los beneficios de estos encofrados prefabricados es la velocidad del armado que se rigen en planos modulados del proyecto a comparación del encofrado de madera que se tiene que retacear, el otro beneficio será el costo de la partida de encofrado ya que los prefabricadas tiene más rotación en el proyecto. (Ibarra, 2016).

The formwork system is a mold that tries to adapt to the structures of a project to give it the appropriate design with the plans and in turn is responsible for supporting the concrete and wait for it to reach its adequate strength to be able to remove the formwork. The dead and live loads are added to this load. Nowadays there are solutions with steel, plastics, fiberglass and aluminum. Over

the years, the formwork has taken a great importance in the project since nowadays it is one of the items that can optimize economically and in time of execution of the project. (R. Thiyagarajan, V.Panneerselvam and K. Nagamani, 2017)

La formulación del problema nos ayudara tener la solución óptima para saber el sistema a utilizar y poder resolver la investigación. Problema general: ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para el edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021? y los problemas específicos son: ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las placas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021? ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las vigas del edificio Multifamiliar “Today”, San Isidro, ¿Lima - 2021? ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las losas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, ¿Lima - 2021?

En relación con la justificación teórica: Se tomará en cuenta todos los parámetros que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones y las Normas Técnica para Obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas. La justificación Metodológica nos permitirá hacer el correcto diseño cumpliendo todas las especificaciones técnicas que tenga el proyecto donde se beneficiará por tiempo y dinero la obra. La justificación Práctica: La presente investigación servirá para encontrar el mejor diseño y el correcto uso del sistema de encofrado para la vivienda multifamiliar teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del proyecto. La justificación Ambiental: El uso del encofrado metálico que se utilizará en el proyecto servirá para reemplazar significativamente el uso de madera y se reducirá la tala en el Peru. La Justificación Económica: Mientras que en la construcción se utilice encofrado metálico se optimizara en cuestión de dinero y tiempo ya que es un encofrado que se puede reutilizar y solo se necesitara lo óptimo y siempre con la supervisión del proveedor de encofrado para que pueda tener el encofrado justo y necesario en obra.

La hipótesis general: El sistema de encofrado óptimo para el edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021. Para poder demostrar la hipótesis se necesita de las hipótesis específicas: El sistema de encofrado óptimo para las placas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021. El sistema de encofrado óptimo para las vigas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021.

El sistema de encofrado óptimo para las losas del edificio Multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021.

Los objetivos determinados en este proyecto de investigación son las siguientes. Objetivo general: Encontrar el sistema de encofrado óptimo para el edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021. Objetivos específicos: Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las placas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021. Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las vigas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima - 2021. Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las losas del edificio multifamiliar “Today”, San Isidro, Lima – 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Espinoza (2021). Este análisis cuenta como objetivo encontrar que utilizando el sistema de encofrado metálico se beneficiara en la productividad del proyecto elaboración de casas multifamiliares en Jaén – Cajamarca. La metodología fue experimental debido que se tuvo que analizar para poder encontrar el sistema óptimo en producción, costo, rendimiento y tiempo; a medida que su rango es representativo ya que indica cualidades y rasgos que será contrastados para verificar si el EM sobrepasa los estándares de productividad en la construcción. Por otra parte, los resultados adquiridos se concluyen que utilizando el sistema de encofrado metálico con respecto al encofrado tradicional se ahorra S/. 82,912.49, que es igual al 60% del costo total de la partida encofrado. Y en cuestión de días se verificó que aplicando el encofrado metálico tuvieron una reducción a 30 días en cambio si se utiliza el encofrado tradicional subirá a 60 días que si lo comparamos tendría el 50% más en demora del proyecto. Conclusiones: Para finalizar, aplicando el encofrado metálico, el rendimiento de la mano de obra será de 25.54 M<sup>2</sup>/día, y adaptando el ST, la productividad sería 10.80 m<sup>2</sup>/día, reservando 14.74 m<sup>2</sup>/día, que es igual a 57.71% a favor de la modulación del proyecto. No hay duda de que la productividad aumentara y mejorara con la utilización del encofrado metálico.

Mamani (2019). El objetivo principal de esta investigación es encontrar el rendimiento, calidad y costo de los elementos estructurales usados en el proyecto de una edificación que está en plena ejecución utilizando el encofrado metálico y encofrado con madera. La metodología fue experimental porque se hizo el cálculo de los esfuerzos que transfiere a los paneles en el momento del vaciado de concreto; comparar los tipos de encofrado y averiguar cuál de todos tiene la mejor resistencia estructural de acuerdo con la carga del concreto y calcular el factor de seguridad para el proyecto. Los resultados están basados en analizar el comportamiento estructural y hacer un comparativo del sistema de encofrado entre dos edificaciones. Conclusiones: Es poder indicar el proceso para poder aplicar el encofrado metálico correcto de acuerdo con las especificaciones técnicas de cada proyecto utilizado en este trabajo de investigación, teniendo en cuenta que uno de los factores importantes es el clima diverso que hay en estas zonas.

Wei, Xiaoshan, Ding Wen, Yi (2022). Concrete is a fundamental piece for any construction project in general. Hand in hand is the formwork since it gives the shape of the structure modulated and proposed in the project considering the strength of the concrete and other factors. Formwork is one of the most expensive items in any concrete project. The formwork approach has been used for a long time and with the passing of time several formwork systems have been implemented in different projects. Now for the decision of which formwork system to use in the project, the type of project, the designs of the structures, the budget for the formwork item, the time of execution, the required finish and the safety of the use of the formwork system must be taken into account. The formwork system chosen will be in accordance with the dimensions of the structures in order to be able to rotate the equipment acquired so that we can optimize the project with respect to costs, time and labor. In the research article a detailed study of the different formwork systems that can be used in the projects is established, adding the histories, technological advances of construction. It also analyzes the benefits and deficits of each formwork system giving its main conclusions.

Melgarejo y Diaz (2014). El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la apreciación técnica-económica de los sistemas de encofrado de acuerdo con el proceso constructivo comparando el sistema trepante y el sistema deslizando con el encofrado tradicional que es madera, donde se conocerá los beneficios y problemáticas que se tiene en el proyecto. La metodología es de tipo cuasi experimental, porque buscaremos las características de los encofrados metálicos con el sistema trepante, sistema deslizando y encofrado con madera para poder tener la comparación entre los sistemas antes mencionados y establecer los parámetros. El resultado de la comparación se determinó que el encofrado deslizando se acomodaba para poder tener un óptimo desarrollo constructivo para el proyecto y poder avanzar significativamente el proceso constructivo y así finalizar el reservorio antes de tiempo. Conclusiones: Los peligros que nacen debido a las actividades propias del encofrado, con este estudio se buscó implementar y afianzar que el sistema empleado sea el adecuado como resultado técnico para agilizar las partidas de construcción y que las normas de seguridad para cada exposición de peligro estén ejecutadas.



Shilong, Xiangrui, Zhongliang, Lei, Yanming, Hang (2021). The complete system of the formwork support is the vertical element since it gives support with steel tubes and the garrucha brooch is placed, a metal plate is placed with the brooch and it is welded in each vertical element, the plugs are added that are welded in both faces of the horizontal element in the plinth with the garruchas brooch, with the purpose of joining all the pieces of the cot.

In the formwork systems for horizontals, a very important issue is the bracing, since it intervenes in the load capacity of the horizontal elements of the support because it is the last element of the system before the breakage of the system.

According to the present investigation we can confirm that when reinforcing the vertical bracing support, taking into account the given parameters, the reinforcement of the vertical bracing on the exterior facades should be prioritized in order to obtain the maximum reinforcement. In the case of not being able to place the bracing on the exterior façade, it should be reinforced on the following three façades.

Arce (2018). La presente investigación, se realizó con el objetivo general de dar a entender la eficacia de la utilización de los recursos, precisamente para los encofrados metálicos y auto hormigoneras, que se ejecutaran en el proyecto mencionado anteriormente. La metodología fue experimental ya que pudimos obtener los valores y factores de rendimientos de la partida de encofrado metálico, a su vez nos dimos cuenta de que la cantidad de personal disminuirá, hasta los mismos materiales; todo esto se dará siempre y cuando se tenga el uso correcto del encofrado, teniendo en cuenta el expediente técnico. La comparación solo se dio en la productividad ya que de acuerdo en la comparación se tuvo que llevar en datos económicos. El resultado de la presente investigación fue que los valores obtenidos fueron muy altos hablando sobre rendimientos, se hizo la comparación en el expediente técnico del proyecto, pero eso no implicó que en la productividad también se tuviera los mismos resultados ya que se obtuvo ineficiencias en la ejecución del proyecto. Se utilizó los encofrados metálicos y no se obtuvo la eficiencia esperada y en el caso del sistema auto hormigoneras ocurrió todo lo contrario ya que se pudo comprobar la eficiencia adecuada para el proyecto. Conclusiones: Se pudo concluir que aplicando el encofrado metálico y de las auto hormigoneras se pudieron alcanzar

los niveles de productividad del proyecto, pero el que superaba las expectativas fue el sistema auto hormigoneras para el proyecto.

Qianqian, Yechun, Jiajia, Mingyu (2021) With the development of a country, the issue of construction also goes hand in hand so that new large-scale projects can be built in major cities. For this reason, formwork systems have been growing progressively. According to statistics, when working on projects with more modern formwork systems, the accident mortality rate increased from 2011 to 2016 with 30.38% and 33.35% respectively. In this article, we will make a study of the technological progress of the construction of a ramp with double height in a Hangzhou square and use a formwork system that will serve as an example and give us a background for similar project constructions. This project is located in Xiacheng District, Hangzhou. The total land area of the project is 44.90 m<sup>2</sup>, and the total construction area is 386.00 m<sup>2</sup>. The project consists of 6 towers of 42.150 m high, 14.22 m high commercial booths and 05 basements. The total area of the basements is 192.00 m<sup>2</sup>, there are 05 basements and the excavation of the project for the construction of the foundation is approximately 29.7m. The adjacent buildings have an excavation of 21.9m and 3.7m from the nearest one; having a very deep excavation the piping is complex and in some areas there are historical relics. The article will serve to methodically expose the design process and consider the most critical points of the construction of the car ramp in Hangzhou square. A design modeling software was used to verify the strength and stability of the project and a materials log was provided for better control of the construction.

Oribe (2015). La finalidad de la investigación es el uso de encofrado metálicos ya que son poco empleados en el país, como una solución práctica y técnica para agilizar las partidas de construcción de las estructuras verticales en edificaciones de concreto armado. La metodología fue experimental ya que se obtendrá los suficientes datos para elaborar la comparación a través de los encofrados metálicos y alguna otra tecnología actual. Se investigó y trabajo con las principales empresas del mercado, donde se obtuvo los sistemas que trabajan de acuerdo con la necesidad del proyecto y también se hizo el comparativo de precio y técnicas. A su vez se entrevistó a los ingenieros de cada proyecto que utilizaron el encofrado metálico y con esa información pudimos

elaborar el trabajo de investigación. También pudimos aprovechar dichas entrevistas para que nos indiquen sus problemas que tuvieron en obra y hacer un comparativo de ventajas y desventajas del encofrado metálico. Como resultado final se concluyó que el uso adecuado del encofrado metálico ayuda a mejorar, avanzar y acelerar los procesos de construcción de los muros, vigas y losas en comparación del encofrado de madera, teniendo un acabado adecuado de acuerdo con las especificaciones técnicas, sobre el encofrado de madera se obtuvo que es mucho más caro (m<sup>2</sup>) a comparación de trabajar con encofrado metálico. Conclusiones: Se pudo concluir que aplicando el encofrado metálico se puede generar costos más bajos que aplicando el encofrado tradicional; y se comprobó que el acabado es mucho mejor trabajando con el encofrado metálico. Sobre el presupuesto del proyecto el gasto bajara un 30% y se bajara el tiempo de ejecución del proyecto.

Pindo, León y Orces (2017). El objetivo es efectuar el correcto diseño estructural utilizando el encofrado metálico para el proyecto hormigonado del túnel que tiene una longitud de 23ml, se consideró también una sección abovedada de 21.15m de perímetro, siempre considerando los criterios de la modulación y análisis por cada elemento. La metodología fue experimental porque se efectuó el diseño con la longitud dada también se consideró la sección indicada, los accesorios del sistema de encofrado a su vez con sus elementos para montar la estructura considerando los elementos estructurales, fuerzas que aplican en ellas y el sistema de apoyo combinando las cargas usando el código AISC-LRFD; por ende la modulación se estableció los valores de los esfuerzos con sus coeficientes de seguridad dadas; con toda esta información se hizo el acomodamiento final de las dimensiones, secciones y espesores de la estructura. El resultado fue que de acuerdo con los resultados dados se deberá añadir todas las variaciones a la modulación esto significa discretizar apropiadamente los elementos lineales y los que son tipo área, se hizo el análisis y el diseño teniendo como resultado una mejor considerable respuesta en los 17 coeficientes de diseño, es más el espesor se ha limitado con lo que se optimizara cuatro toneladas de acero y eso es solo en los elementos lineales. Conclusiones: Para finalizar los resultados de los arqueos en los puntos críticos salieron menores a 5mm, por lo que la estructura no es inconstante y está dentro de los

parámetros permitidos. En el proceso de la fase de optimizar se logró reducir 4 toneladas de acero del modelo original tomando en consideración solo los elementos lineales, en porcentaje sería el 19% del peso de la estructura.

Guerrero (2018). El objetivo de esta investigación es resolver que tan factible es utilizar el nuevo sistema de encofrado metálico. A raíz del objetivo se hizo la siguiente pregunta en la investigación: ¿El sistema "Losaflex" será mejor constructiva, técnica y económicamente que el sistema tradicional utilizado para horizontales de concreto armado en edificios multifamiliares? La metodología fue experimental por el alcance de esta disertación es de carácter descriptivo y correlacional. El tema de disertación proporcionada no es un tema que ha sido estudiado con mayor reiteración, por eso se tendrá que hacer una comparación entre dos edificaciones multifamiliares en Quito. Estas edificaciones se usarán el encofrado del sistema Losaflex y el encofrado tradicional. El objetivo de ir a campo es encontrar las deficiencias y eficiencias del encofrado tradicional y el encofrado del sistema Losaflex ya que en ambas edificaciones están empleando ambos sistemas. Los resultados se encargaron que el diseño mismo de la estructura es dirigido por el diseño arquitectónico; al tener luces grandes y losas planas el sistema de encofrado losaflex empleado se buscara los beneficios que serán aplicados al proyecto. Conclusiones: Las vigas de madera HT 20 plus tiene una mayor capacidad de carga comparando con las vigas metálicas utilizadas en el sistema tradicional de encofrado, las vigas de madera tienen una resistencia a la flexión de 5 kn/m y las vigas metálicas tienen una resistencia a la flexión de 4.1 kn/m. Por ese motivo se optó por trabajar con las vigas de madera para el sistema losaflex.

Ibarra (2016). Tiene como objetivo Investigar el mercado de la construcción ya que hay un nicho nuevo que recién hace cuatro años se viene expandiendo que es el mercado de encofrado plástico de polietileno PE, pero no están teniendo el resultado esperado ya que la inversión no está acorde a los resultados requeridos, esto es debido a que hay otros sistemas, pero con diferentes materiales. La metodología es experimental Ya que buscamos nuevas estrategias para tener un mayor impacto en mercado constructivo en la ciudad de Guayaquil a su vez se ha mejorado las soluciones acorde de las necesidades de los proyectos actuales que se tiene en la zona esto es debido a que la

competencia tiene clientes muy fidelizados y se tiene que dar una impresión donde tenga beneficios en el proceso constructivo para que los clientes se arriesguen a utilizar el sistema propuesto comenzando con una serie de créditos para las empresas sientan que estamos comprometidos en implementar estas soluciones. El resultado que se obtuvo fue que los elementos tradicionales empleados para encofrado con madera es de USD 5.70 m<sup>2</sup> sucesivo del metálico ya que el encofrado con madera es el más económico y el encofrado metálico lo usual es el alquiler (USD 4.50 m<sup>2</sup>) a empresas encofradoras que tengas los sistemas adecuados de acuerdo con el proyecto. El encofrado metálico alquilado o comprado todo el tiempo del proyecto tiende por pasar ciertas correcciones esto es debido a que suele doblarse por el desconocimiento de los operarios otro tema es por el clima del proyecto suele oxidarse entre otras cosas más y estas correcciones suelen ser cobradas por las empresas encofradoras. Los costos de los materiales con que se fabrican los encofrados son relativamente bajos, puesto que aún la madera es abundante y se oferta en gran parte del año y el encofrado metálico por metro cuadrado que se lo puede conseguir a Usd 48,00. Estos precios contrastan a los que se lanzaron de los encofrados plásticos de PEHD puesto que estos últimos son caros; es decir, oscilan entre Usd 65 y Usd 69 el metro cuadrado ocasionando una de las causas de la baja demanda por su alto costo que comparándolo al encofrado metálico. Conseguir esta información fue fácil gracias a la gran cantidad de empresas comerciales que venden o alquilan estos materiales. Conclusiones: Podemos concluir de esta investigación que el objetivo tanto general como específicos si se han cumplido porque no solo a través de las encuestas sino con datos brindados por personal de Mexichem Ecuador (Plastigama) se comprobó que los altos costos de importación han influido en su demanda y que el personal técnico y directivos de las empresas constructoras no están preparados o no tienen disposición por el momento de incorporar esta nueva tecnología de encofrados. Podemos seguir concluyendo en base a los objetivos planteados en esta investigación que la caída de la solución de encofrados plásticos PEHD esto es por el alto precio que se requiere utilizar este encofrado a comparación del encofrado metálico o encofrado con madera que normalmente son requeridos para los proyectos sucesivo del factor sociocultural del personal para que puedan experimentar nuevas soluciones tecnológicas.

Chellappa, Salve (2022). In the construction sector, the rate of fall accidents is critical. This research exposes the fall accidents in the formwork item as it uses heavy weight equipment, the study was done between the years 1995 and 2015. This article analyzes the different dimensions of fall incidents, the factors that we will take with the level of severity of the formwork, the height of work that occurs in the formworkers and the causes of falls will be seen resorting to the 205 accidents that were recorded in the construction sector that are in the database of the Occupational Safety and Health Administration (OSHA), a regulatory office in the U.S. Consequently, it is evident that fall accidents in the formwork industry are critical. Accordingly, it was found that the majority of fall incidents are caused at a height of 9.1m, in most cases due to unsecured and unsupervised edge work or floor coverings. In addition, it was observed that the formwork and stripping work with the systems are high risks for the carpenter formworkers and especially for the workers in general, since the work is at heights and since the formwork systems are handled by people, human error must always be taken into account. These surveys are intended to alert the appropriate safety agencies to monitor and analyze the status of fall incidents and propose methods to reduce them in the future. Since OSHA did not provide us with detailed information on each incident, it is difficult to determine the overall situation and what system was used on the project.

Gómez y Ojeda (2018). La ingeniería es una de las ramas más complejas que se tiene en cuestión de construcción y por ende se necesitan de algunos instrumentos de apoyo, uno de ellos es la metodología BIM que viene junto con la aplicación de dibujo que es un software sofisticado donde nos permitirá un mejor diseño de cualquier proyecto. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es obtener varias estrategias educativas para impulsar el uso de este software que es muy útil para la ingeniería civil en general ya que es adaptable para cualquier tipo de proyecto todo se dará de acuerdo con la fundación modelo 4D para que se analice los rendimientos de la partida de encofrado. Se tomo como ejemplo los verticales de una edificación y la aplicación Tekla Structures nos ayudó para elaborar la modulación en 4D, pero la visualización será en 3D, en dicha modulación se determina la ubicación de los paneles metálicos y cuñas para que le dé estabilidad al panel. El programa te

exporta como armar el sistema de encofrado y puedas exportar en forma cuantificativa los elementos del encofrado haciendo una simulación en 4D del proceso constructivo. La metodología fue experimental y practica porque para realizar este trabajo fue inevitable tener conocimientos básicos sobre la aplicación del software, para que la modulación de los paneles del sistema de encofrado del edificio multifamiliar utilizando los diseños de una empresa que tiene el sistema conocido como metalex. En siguiente paso, el desarrollo fue reflejar en videos tutoriales con el fin de ser aplicados como estrategia educativa para que los estudiantes tengan acceso a ellos durante su proceso de aprendizaje, el cual se dispone que sea a partir de los diferentes casos de problemática de enseñanza para ser utilizada en un programa de estudios de ingeniería civil. El resultado fue que la metodología BIM como ayuda para la elaboración de proyectos constructivos, como instrumento para la elaboración de proyectos de construcción, provee de forma cuantificada la formaleta y similar a la planificación de la disposición en un periodo de tiempo, de manera que la correcta aplicación asegura cierto orden en el proceso constructivo. El programa Tekla Structures es un sofisticado software BIM que realmente nos sirve no solo para las modulaciones de encofrado sino también para la gestión que dura el proceso del proyecto. En cuanto a la modulación en 4D del sistema de encofrado metálico de un proyecto constructivo, se puede concluir que su aplicación nos permite obtener un alto grado de control ante la programación planteada en el proceso constructivo, verificando que la información sea la adecuada y precisa, en cambio si la información enviada no es la correcta puede afectar en el proceso constructivo ya que no guardarían una relación con lo real de obra y eso implica un costo adicional añadiendo el tiempo que tomaría es rehacer el modulado del proyecto.

Lopez (2016). El objetivo de este trabajo es conocer un poco más los sistemas de encofrado más sofisticado basándome en proyectos que tengas una altura considerable por eso solo me basare en los sistemas que apliquen para trabajos en altura como por ejemplo auto trepas y las mesas en encofrado enfocándome en la problemática en el armado de los encofrados de altura. Se consiguió algunos manuales y catálogos de las principales empresas encofradoras de la zona, pero no solo me baso en esas fuentes sino también en visitar los proyectos

para ver por mi persona la experiencia del encofrado y tener un punto de vista técnico apoyado con los ingenieros de los proyectos al que visitare, tomare como primer proyecto el proyecto del edificio Torre Lugano en Benidorm, el que fui el jefe de obra. La metodología fue documental porque para encontrar mi objetivo general he tenido que buscar documentación de los diferentes sistemas de encofrado que existe en la actualidad añadiendo también su normativa ya que los proyecto de ahora te piden que los elementos sean normativos para que tengas una seguridad del equipo a suministrar, he tenido que visitar varias obras para poder encontrar testimonios y analizar las problemáticas que se tiene en los diferentes proyectos. El resultado fue que hoy en la actualidad el tema de la construcción ha avanzado notoriamente ya que se han implementado soluciones mucho más rápidas y que son de altos rendimientos. Si hacemos una comparación de encofrado actual con el encofrado antiguo hay muchas diferencias eso no quiere decir que uno es peor que el otro. De acuerdo con la estructura no se adecua al sistema de mesas porque es mucho más complejo el armado, se tiene que tomar en cuenta que los encofrados metálicos son beneficiosos para los proyectos de mayor envergadura donde se puede reutilizar el equipo y pueda tener un acabado correcto. Conclusiones: Nosotros que somos en encargado de la ejecución del proyecto debemos conocer todos los sistemas de encofrado que hay en el mercado ya que no solo vamos a estar en proyectos de edificaciones sino en otros por ejemplos puentes, canales, etc. y para poder nosotros elegir el mejor sistema debemos de conocer así aplicamos nuestros conocimientos y de acuerdo con el proyecto podremos elegir la solución más óptima del sistema de encofrado.

Gong, Fang, Zuo (2022). In the architectural aspect at the present time the urban sector has been updated in such a way that now the constructions can have a considerable height and therefore the value of the project increases and it is already a preference in the urban development. With the creation of the specialized elevator company Otis, the manufacture of steel in large quantities together with reinforced concrete has periodically increased the technological limit for the construction of high-rise buildings, and high-rise constructions have expanded rapidly all over the world. Before the 1980s, developed countries such as the US, UK, Russia and Canada were the only ones that had high-rise



buildings, but after 1980, Asian countries began to have the same buildings such as China. The large amount of high-rise construction was reflected in all cities such as Shanghai, Beijing and Guangzhou, among all Shanghai city is the most productive in such constructions. The integral formwork system became a very important construction item for high-rise projects. In 1992, the first project to use the steel deck formwork system based on tube and external frame technology was the Oriental Pearl TV Tower. Over the years, steel platform formwork technology with steel upright technology, rigid steel upright technology, steel girder tube frame technology and steel upright frame technology have been discovered in the development of large-scale projects, among those different formwork systems have been taken as the basis for engineering construction in China. In these years, those formwork systems have been admitted in the tallest constructions and the highest structures in different years in China. Considering the technological development of high-rise project construction, the birth of construction technology system hand in hand with digital technology and the effort to improve traditional constructions, they are betting on new construction technology developments. The final result of the construction system introduced in the technology is to be able to elaborate the whole construction process of the entire project on a computer. If we think about the future of construction, the intelligent development of the whole project would be the most optimal and efficient in construction quality.

Encofrados Modulares: El encofrado es un tipo de molde que se utiliza para revestir la estructura de concreto, una vez fraguado el concreto se procede con el desencofrado siempre teniendo en cuenta que el concreto tenga la capacidad adecuada del fraguado, los encofrados son rotativos quiere decir que son reutilizables. En la actualidad existe varios tipos de encofrado y de varias formas de poder clasificar ya que debido a la versatilidad de los proyectos la cantidad son muchas por eso este artículo solo se enfocará en una estructura en particular que son los verticales de una edificación. El sistema de encofrado metálico son elementos que están normados y que tienen sus especificaciones técnicas de cada elemento y son fabricados, los proyectos de alta envergadura ya trabajan con el encofrado metálico ya que como son estructuras atípicas se puede acoplar el encofrado sin problema ya que son modulados por una ingeniería que toma

en cuenta los planos del proyecto. Si hablamos del tema económico se puede comprobar que si se utiliza los encofrados metálicos se puede reducir el costo de la partida de encofrado que suele ser muy costosa, si nos queremos ir por el tiempo que reduce en el plazo de ejecución de cualquier proyecto se puede indicar que este encofrado es reutilizable por ende rota más rápido teniendo una mejor productividad. El principal elemento son los paneles ya que estos empalman al concreto y da un mejor acabado a comparación de la madera y estos paneles son tienen unos fillers que sirve para ajustar los paneles y tienen más elementos que intervienen en la solución. (Martinez, Diaz, Duque, 2019).

Importancia del sector construcción: La construcción es una de las actividades más principales que hay en un país para poder desarrollarse en el ámbito económico. El alza de la competencia nacional es debido a la generación de infraestructura para los habitantes. Si hablamos de forma global la construcción hace que sus ingresos y producción se multipliquen. La construcción ayuda para que las personas tengan una mejor calidad de vida ya que los principales proyectos son puentes, carreteras y obras para que puedan acceder a los servicios básicos. Desde el 2002 hasta el 2014, la construcción nacional tuvo un crecimiento considerado, dando a lugar que sea una de las principales fuentes que tiene el país. (CAPECO, 2016)

Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de construcción: El encofrado hace que el uso del concreto sea de manera ilimitada eso es debido que con el encofrado metálico las estructuras de concreto pueden tomar varias formas entonces los paneles del encofrado metálico se puede adaptar a dichas estructuras con facilidad, otro beneficio que tiene que tiene el encofrado es que se puede reutilizar y rotar de acuerdo al tipo de encofrado y se puede optimizar más el proyecto en tema económico ya que la partida encofrado esta entre 25% y 40% de todo el proyecto algunas veces el encofrado es más caro que el concreto. (Ayala, Chimbo y Yaguana,2010)

En un inicio la solución para el encofrado era la madera ya que se amoldaba a las estructuras del proyecto, pero en el transcurso del proceso de construcción en el uso de otro tipo de materiales, y de paso el crecimiento de accesorios a usar ha modificado poco a poco la historia del sistema de encofrado. En la actualidad se han creado muchos encofrados prefabricados, debido a las sobras

y la limpieza de los recursos mecánicos se ha envuelto a que se establezcan encofrados de mayor resistencia y durabilidad para que la mano de obra pueda utilizar de manera más sencilla y eficiente; ya que la obra necesita que el encofrado tenga más uso de vida se comenzó a utilizar el encofrado metálico. (Neumann, 2017).

The formwork item and the prices involved in this item are almost 15% of the entire project involving reinforced concrete structures. For this reason, the formwork engineering modulations have an impact on the project to complete and fulfill the entire project. During the project development there are works that do not contribute to time and value to the project. For example, when the transports arrive with the metal formwork, operators must be designated to unload the formwork and they take 30.6% of their working time, now to pick up the formwork and take it to the work areas they take 13.5% of their working time and if they are in disarray, they take 22.1% of their working time. All the time taken by the operators should be considered at the beginning of the project so that it does not affect the execution schedule. (Chien-Ho, Jiun-De, 2012)

Encofrado: El significado de encofrado para la ingeniería civil es el conjunto de elementos que sirven para moldear cualquiera estructura de concreto. Tenemos los encofrados recuperables que rotan de acuerdo con el proyecto y también tenemos el encofrado perdido que de acuerdo con la ubicación del encofrado quedara atrapado con el concreto ya vaciado. (Construmática, 2018)

Encofrado en la Actualidad: Hoy en día podemos apreciar que los encofrados que se usan para la construcción de diferentes proyectos aún son de madera.

Estos encofrados generalmente tienen las siguientes características:

- . Si el vaciado del muro es de altura considerable, no cuenta con plataformas de vaciado (lo que genera la necesidad de uso de andamio)
- . No cuentan con elementos de unión confiables entre los paneles, generalmente unidos por clavos y alambres que unen los listones de madera y triplay.
- . No son impermeables, por tal motivo necesitan de tratamiento con “Desmoldante acrílico” para generar una capa protectora.

- . Generan mucho desperdicio para un proyecto.
- . No cuentan con arriostres que asuman la presión del concreto, por tal motivo se requiere de puntales (que generalmente son listones de maderas).
- . Requieren del uso de alineadores
- . Requieren mucho tratamiento para cumplir con la estanqueidad solicitada durante el vaciado de concreto para acabado caravista. (Jiménez, 2017)

Dimensionado de Encofrado Verticales: Si queremos hacer el dimensionado de cualquier estructura vertical se debe tener en cuenta la presión que ejerce el lado lateral que es realizada por el concreto recién vaciado. Dado que las propiedades del concreto son heterogéneas al poder encontrar la máxima presión que ejerce el lateral es algo complejo ya que son muchas las cantidades de factores que influyen, para eso se necesita hacer un cálculo determinado. (Teixeira, Santilli, 2015).

Ingeniería: La fabricación de estos equipos deben ser una medida estándar que se tiene que adecuar a cada obra, y será modulado de acuerdo con la estructura del proyecto donde se realizara los cálculos y planos; será entregados a los ingenieros que están a cargo de la obra para que puedan ver el armado toda esta gestión lo hace el asesor comercial. Las empresas encofradoras tienen su área de ingeniería donde los proyectistas hacen las modulaciones de acuerdo con el software que tiene cada empresa. (Restrepo, Lopez, 2019)

In construction projects involving reinforced concrete, concrete plays an important structural role in any project around the world, including in Turkey, as it has more flexibility, simplicity of use and cost-effective results compared to other elements. Also, the cost of developing labor-intensive construction methods, such as in-situ concrete, in Turkey can be significantly lower than the cost of incorporating modern technology, such as precast formwork systems. Reinforced concrete construction has three important elements: formwork, steel and concrete. (Terzioglu, Polat y Turkoglu, 2022)

Innovación Tecnológica en la Construcción y su impacto: La visión diría que los instrumentos potentes incrementan la eficacia por ser más sencillo de usar

. Se hace una comparación de entre una sierra eléctrica con una sierra manual se puede decir que aumenta la productividad. Ahora no toda mayor eficiencia quiere decir mayor productividad porque es muy complicado determinar dicho efecto de una variación en el proceso integral. La presente investigación se va a encargar de analizar y desarrollar las innovaciones para que la productividad aumente. Un ejemplo es cuando un carpintero cambia de tener una sierra manual a sierra eléctrica contando la misma cantidad de madera a cortar lo que va a aumentar son los tiempos detenidos. Muchas construcciones se desarrollan en diferentes ámbitos climáticos algunos a gran altura sobre el nivel del mar. Estos causales incitan largos periodos que los equipo y personal estén paralizados es decir no se puede avanzar de acuerdo con el cronograma del proyecto. Por consiguiente, al utilizar nuevas tecnologías constructivas y gestiones adecuadas se puede evitar estas paralizaciones. (Martinez, 2014)

En la construcción la palabra producción es una de la más fundamentales porque es la relación de lo producido con lo gastado. Para poder estudiar los rendimientos de los sistemas en la construcción se debe hacer un estudio de la relación entre el trabajo producido y la mano de obra para realizar ese trabajo. (Gómez 2016)

Sistema Industrializado: La construcción de un país es fundamental ataca varios sectores del país, uno de ellos es la industria, la construcción en la industria es muy compleja ya que tiene proyectos atípicos que se necesita de una ingeniería especializada que va de la mano con una tecnología en el sistema de encofrado ya que el acabado que solicita ese tipo de proyecto es caravista.

Las estructuras de los proyectos industrializados son mayormente de verticales ya que tiene gran magnitud y son de alta envergadura es por eso por lo que se utiliza el encofrado deslizante. Este sistema de encofrado tiene elementos entablado, carreras, marcos, plataforma de trabajo, andamios fijados, husillos. La mayoría están elaborados de metal, pero también hay de madera, pero no son normados pero los de metal como son soluciones que vienen del extranjero ya están normados. (Oribe, 2014).

El encofrado metálico tiene como función principal dar la forma a la estructura modulada según el requerimiento del proyecto, dar la estabilidad del concreto

premezclado dando la seguridad de protección y el correcto armado. A su vez tiene la función de protección del concreto de los golpes, así como de las variaciones de temperaturas externas y disminuir la pérdida de agua, ya que es un elemento muy fluido de los componentes. (Arapa & Maldonado, 2019).

During the construction process of the project, accidents and injuries are an important point. 5.83% of the falls are related to metal formwork panels and 21% of all accidents are related to the construction of timber framing and formwork. (Lopez, 2017)

El diseño del encofrado metálico se basa en armar los paneles de acuerdo con la modulación de la estructura. Al tener el diseño de este siempre se busca utilizar la cantidad mínima de paneles ya que se reutilizables. Una de las dificultades es que las medidas de los paneles son estándar y se tiene que acomodar a las longitudes de las estructuras. (Martinez, Diaz, Duque, 2019).

Sistema de encofrados de madera: El encofrado de madera es de revestimiento, normalmente lo hacen en el mismo proyecto, utilizando láminas de maderas contra placadas o tablas tradicionales (tipo tornillo). Se debe tener en cuenta que la madera debe tener la resistencia a la humedad ya que soportara al concreto, se fabrican de acuerdo con los planos del proyecto mayormente son utilizados en los proyectos de edificaciones de baja envergadura. La madera es poco reutilizable es una de las complicaciones que tiene esa solución ya que los encofrados metálicos tienen una rotación más alta, el beneficio de trabajar con encofrado con madera es que después de desencofrar se puede reciclar dicha madera. (Castañeda, Lopez, 2015).

The dominance of the formwork in the development of the temperature regime is estimated considering the predominance of the main factors which are the air temperature, the cement to be used per m<sup>3</sup> of concrete and its maximum heat dissipation. The risk of temperature cracking is evaluated for three cases of formwork: metal (steel) and wood without thermal insulation and with insulation. In this paper, we examined the influence of the formwork type on the temperature regime of the concrete block during construction. (Aniskin y Nguyen, 2020)

El encofrado metálico, tal como indica el nombre, está compuesto por elementos rígidos, que se adaptan a la estructura. Es por eso la limitación en cuanto a la

variedad de formas que se tiene en un proyecto en comparación con el encofrado de madera que son utilizados en diferentes estructuras debido a que la madera se puede cortar. Sin embargo, el encofrado metálico solo sirve para la modulación de la estructura dada no pudiendo ser utilizada en otra estructura. (Civilgeek, 2011)

Sistema de encofrado de plástico: el sistema mencionado es muy flexible ya que tiene laminas elaboradas que pasan por un proceso de extrusión, eso lo hace flexibles y se puede conseguir las dimensiones de acuerdo con los planos del proyecto. Uno de los beneficios de este sistema es que son fabricados de acuerdo con el proyecto y no son medidas estándar eso hace la diferencia con el encofrado metálico aparte lo puedes utilizar para proyectos grandes ya que el uso de este sistema es muy alto, esto hace bajar el costo de la partida de encofrado de manera considerable. El sistema es muy liviano eso hace fácil el armado del sistema. (Castañeda, Lopez, 2015).

Método practico para calcular la resistencia de desencofrado en obra. - Para poder desencofrar se debe tener en cuenta la norma ASTM C1074 ya que se basa en utilizar los coeficientes de maduración. Para el desencofrado se debe establecer una relación de la resistencia a la compresión con la maduración del concreto in situ. La maduración se calcula de acuerdo con la edad equivalente que establece con la siguiente ecuación. (Teixeira, Santilli, 2015).

$$M = \sum_0^t (T - T_0) \times \Delta t$$

Realización de la curva Resistencia-Maduración. – El procedimiento para elaboración de la curva es el siguiente: en la primera etapa se hizo el llenado de 10 probetas circulares de 15cm y 30cm de alto, para la dosificación de HAC. En dichas probetas se instaló un termopar para obtener el historial de la temperatura cada cierto tiempo, comenzando desde el inicio del llenado. Después se fue desencofrando cada probeta con cuidado sin que se deformaran y sean capaces de resistir el desencofrado, se fueron ensayando las mismas a la compresión. Con este ejercicio se logró obtener las diferentes resistencias en diferentes tiempos y temperaturas que fueron registrados por el termopar. La temperatura fue dimensionada hasta 28 días desde el llenado, con la finalidad de conseguir la curva entera. La información obtenida para la graduar A y B, están en la Tabla

1. Después se opta por representar dichos datos, alcanzando lo que se observa en la Figura 1. Cabe mencionar que en la Tabla 1, no hay 10 resultados como corresponde ya que son 10 probetas, para la dosificación A se utilizó 8 probetas y para la dosificación B se utilizó 6 probetas. Correspondientemente las resistencias son mínimas ya que las edades son muy tempranas y en otros casos las probetas se fracturan al desmontarlas y esos datos sales inexactos y se descarta. (Teixeira, Santilli, 2015).

Dosificación	Resistencia (MPa)	Edad Equivalente (hrs)
A	2.1	6.0
A	4.2	8.1
A	5.2	9.1
A	7.1	17.0
A	9.4	20.2
A	26.6	290.8
A	31.9	458.2
A	32.1	555.6
A	33.8	649.2
B	3.3	13.7
B	4.4	15.0
B	7.0	17.4
B	8.9	20.2
B	29.0	257.1
B	34.6	662.8

Tabla 1.- Datos obtenidos para la construcción de la Curva Resistencia – maduración (Teixeira, Santilli, 2015).

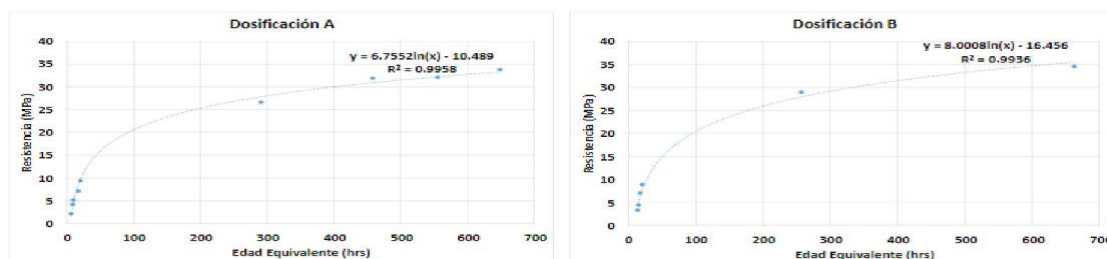


Figura 1.- Curva Resistencia – Maduración de las dosificaciones A y B.

Figura 1. Curva resistencia maduración de las dosificaciones A y B (Teixeira, Santilli, 2015).



Materiales para encofrado: Los materiales usados en la elaboración de encofrados para la construcción son: madera, acero y fibra de vidrio. En la actualidad hay mucha más variedad para la elaboración de encofrados. Para realizar una buena elección respecto al material que se va a usar en la elaboración del encofrado deberá tomarse en cuenta los siguientes factores:

1. Que el material posea la adecuada resistencia para que pueda soportar las cargas de diseño.
2. Que su relación entre costos iniciales y número de reúsos sea adecuada.
3. Que el manejo en obra del encofrado permita una rápida evolución en la construcción de la estructura. (Delgado, 2016)

Velocidad de Vaciado: El objetivo planteado es proveer al profesional de las herramientas necesarias para obtener una distribución de presiones adecuadas, así como analizar las variables que condicionan dicha distribución, además de dar a conocer a los involucrados en el vaciado de una estructura de concreto la importancia que tiene la velocidad de vaciado en dirección directa a la presión a la que es sometida en el encofrado. (Jiménez, 2017)

Conceptos Generales:

- . La presión del concreto no aumenta linealmente con la altura.
- . El concreto fragua y endurece manteniendo constante su presión.
- . La “cabeza hidrostática” (aquella zona donde el concreto este fresco) no sobrepasa los 2 a 3 metros de altura.
- . Los retardadores de fraguado, el tiempo frio y el vibrador incrementan artificialmente la presión.
- . El espesor de pared no afecta la presión del concreto.
- . Solo importa la velocidad de llenado. (Jiménez, 2017)



Fig.2 Vibrado de concreto (Jiménez, 2017)

Recursos necesarios para encofrado metálico: para poder armar el encofrado metálico se debe tener personal calificado o en todo caso la empresa proveedora de encofrado deberá capacitar al personal mediante charlas, ejemplos de armados y el cuidado del equipo.

<b>Sistema de Encofrado Metálico</b>				
<b>Mano de Obra</b>	<b>Inducción</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
N° de personas necesarias		X		4

Tabla 2.- Mano de obra de sistema de encofrado metálico

Fuente: Revista "Construcción"

Herramientas y equipos: Para este tipo de encofrado, es necesario una serie de herramientas y equipos menores, que resultan de gran importancia para lograr buenos acabados en el elemento estructural.

Recursos necesarios	Sistema de encofrado metálico
Mano de obra	Capataz – Operario – Oficial - Peón
Materiales	Encofrado metálico
	Tubo consumible
	Desmoldante Z cron
	Alambre negro #8
Equipos y otros	% herramientas
	Grúa torre

Tabla 3.- Requerimiento del sistema encofrado metálico

Fuente: Revista “Construcción”

Encofrado de Losas y Vigas: Sistema que tiene como función principal, servir como soporte a las cargas de concreto (estática), en las diferentes estructuras de edificaciones y obras civiles, para elementos horizontales. (Jiménez, 2017)

Los encofrados para elementos horizontales se van a diferenciar de acuerdo con el tipo de losa que se construirá en el proyecto, altura, espesor, entre otros. (Jiménez, 2017)

- . Aligeradas
- . Macizas
- . Losas prefabricadas
- . Viga prefabricada
- . Nervadas
- . Postensadas
- . Colaborante (Jiménez, 2017)



Fig.3 Componentes de encofrado de losas y vigas (Jiménez, 2017)

In India, construction has always been very advanced compared to other Asian countries, and for this reason formwork has always been important in construction. In those times the most used formwork system was made of wood and it was manufactured during construction. Even today, wood formwork is still used for small and medium-sized projects. For some projects, traditional timber formwork has economic benefits, is safe and gives a good quality to the structure. Over the years, traditional formwork can now only be economical because new (metal) formwork systems have been developed. (Kannan, Santhi, 2013)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada en razón, que se utilizaron conocimientos para encontrar el diseño del sistema de encofrado óptimo para un edificio multifamiliar.

Diseño de investigación

La presente investigación es un diseño de investigación es experimental ya que manipula la variable independiente, básicamente se observa el hecho o fenómeno tal y como se presenta en la realidad con la intención de analizarlo.

#### **3.2. Variables, operacionalización**

Variable independiente: Sistema de encofrados

Definición conceptual:

Según Castañeda, Lopez (2015) el sistema de encofrado está elaborada mediante paneles metálicos unidos con cuñas y unidos espárragos (barras metálicas) que ayuda a resistir la presión del concreto y resistencia a la flexión. El encofrado metálico ha aportado muchas soluciones que se pueden aplicar en los proyectos, que esté de acuerdo con las dificultades que puedan ver en cada proyecto teniendo como resultado un óptimo rendimiento en los operarios teniendo las capacitaciones antes de cada trabajo a realizar. El encofrado metálico uno de sus beneficios es que el acabado es muy bueno. (p.11)

Definición operacional:

La variable independiente está compuesta por encontrar el diseño del sistema de encofrado para los verticales y horizontales del edificio multifamiliar "Today"; aplicaremos el sistema manuable o marco liviano para los verticales y para los horizontales aplicaremos el sistema losas altas o losas bajas aplicando las especificaciones técnicas del proyecto.

Dimensiones 1: Verticales (columnas y placas)

Indicadores

. Manuportable

. Marco liviano

Dimensiones 2: Horizontales (vigas y losas)

Indicadores

. Losas bajas

. Losas altas

Variable dependiente: Edificación multifamiliar

Definición conceptual:

Según Lira, Toruño (2013) el edificio multifamiliar tiene varias plantas, con numerosos departamentos, cada uno de los cuales está destinado para ser ocupado por una familia

Definición operacional:

La variable dependiente está compuesta por 03 etapas muro anclado, sótanos y pisos superiores donde de acuerdo con cada etapa se aplicará el encofrado considerando la resistencia del encofrado teniendo en cuenta la velocidad del vaciado, altura del encofrado, etc.

Dimensiones 1: Muro anclado

Indicadores

. Resistencia del encofrado

Dimensiones 2: Sótanos

Indicadores

Resistencia del encofrado

Dimensiones 3: Pisos superiores

Indicadores

Resistencia del encofrado

Escala de medición:

La variable dependiente se medirá con la escala de razón, esta escala esta representada por el cero absoluto en el cual existe una distancia medible, esta escala es cuantitativa porque mide numéricamente las variables (Lopez y Fachelli, 2016)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Población:

La población de esta investigación está comprendida por el edificio multifamiliar “Today”

Muestra:

La muestra de esta investigación está determinada por muro anclado, sótanos y pisos superiores donde se aplicará el sistema de encofrado en los verticales y horizontales.

Muestreo:

Para el muestreo se estableció como no probabilístico intencional, para lo cual se realizará el diseño del sistema de encofrado para el muro anclado, sótanos y pisos superiores. Por conveniencia: Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen & Manterola, 2017)

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

Según la planificación en las mediciones o recolección de datos, la presente investigación es retrospectivo. Ya que indican que “Es retrospectiva para los análisis explicativos cuando el tema a estudiarse presenta un impacto en la actualidad y averiguamos el motivo en el pasado. En caso de estudios representativos también puede relacionarse a suceso que ocurrieron en el pasado y son motivos de estudio” (Calderón & Alzamora, 2018)

Igualmente, según la cantidad de mediciones en un definido periodo la presente investigación es Longitudinal, la cual, se efectúa como el “Estudio en que se obtiene en dos o más ocasiones la o las variables indicadas. Se entiende la paridad de los valores en distintas ocasiones ya sea futuro y presente o presente

y pasado. Se subdividen en retrospectivo y prospectivo” (Calderón & Alzamora, 2018)

Al mismo tiempo, según la intervención del investigador es la tesis presente es Observacional. Por lo que, lo precisan como el “Estudio en el cual el investigador sólo puede describir o medir el fenómeno estudiado; por tanto, no puede modificar a voluntad propia ninguno de los factores que intervienen en el proceso” (Pavón & Gogeoascoechea, 2010)

### **3.5. Procedimientos:**

Para la obtención de información, se elaboró de la siguiente manera: Información bibliográficas. Para la recaudación de información y datos se recogió de los últimos años, que consistió en bibliotecas virtuales, libros, tesis, artículos científicos publicados en internet. La forma de investigar fue colocando las palabras claves para poder indagas en las diferentes fuentes.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El Procedimiento para el análisis de datos, se estableció de la siguiente manera: Diagnóstico. Una vez realizada la etapa de recolección de datos, se procedió a determinar las variaciones en costos, sistemas de encofrados, nivel de acabado y comparación de los rendimientos de los encofrados de madera, encofrados metálicos en una edificación multifamiliar. Luego se agruparon las investigaciones internacionales, latinoamericanas, nacionales y locales. Para luego sacar resultados de cada investigación.

### **3.7. Aspecto ético**

Para la preparación de esta investigación se han considerado los derechos de los autores, redactando las referencias de cada uno según la Norma ISO.



#### IV. RESULTADOS

En este capítulo se verá los resultados de la comparación del encofrado metálico y el encofrado con madera y poder visualizar como se ha ido incrementando el uso del encofrado metálico con el transcurrir de los años.

Los datos obtenidos se utilizó la obtención de datos de las investigaciones realizadas y se verá a continuación.

Variabilidad en productividad del encofrado de madera

Se pudo obtener los rendimientos de encofrado con madera basándose en las estructuras de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

Tabla 8

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimiento

Partida	01.09.03.02		SOBRECIMIENTO REF. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m2	40.28	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5000	18.28	9.14
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.5000	15.31	7.66
								16.80
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2600	5.09	1.32
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1600	5.51	0.88
231010001	MADERA TORNILLO			p2		3.3500	6.10	20.44
								22.64
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	16.80	0.84
								0.84

Nota: En la tabla 8, se obtiene una productividad de 10 m2/día para el encofrado y desencofrado de sobrecimientos, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 30.28 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción de Condominio Los Defensores" con fecha del presupuesto: 17/04/2016

Tabla 9

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en columnas.

Partida 01.09.04.04 COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO 10.0000		EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	62.40	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	18.28	14.62
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8000	15.31	12.25
101010005	PEON			hh	0.5000	0.4000	13.77	5.51
								32.38
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.3000	5.09	1.53
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1700	5.51	0.94
231010001	MADERA TORNILLO			p2		4.2500	6.10	25.93
								28.40
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	32.38	1.62
								1.62

Nota: En la tabla 9, se obtiene una productividad de 10 m2/día para el encofrado y desencofrado de columnas, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 62.40 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción de Condominio Los Defensores" con fecha del presupuesto: 17/04/2016

Tabla 10

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en vigas.

Partida 01.09.06.04 VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO 9.0000		EQ. 9.0000		Costo unitario directo por : m2	73.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8889	18.28	16.25
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8889	15.31	13.61
101010005	PEON			hh	0.5000	0.4444	13.77	6.12
								35.98
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2000	5.09	1.02
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.2400	5.51	1.32
231010001	MADERA TORNILLO			p2		5.4100	6.10	33.00
								35.34
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	35.98	1.80
								1.80

Nota: En la tabla 10, se obtiene una productividad de 09 m2/día para el encofrado y desencofrado de vigas, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 73.12 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción de Condominio Los Defensores" con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

Tabla 11

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en losa aligerada.

Partida 01.09.06.04 LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	82.80	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5333	18.28	9.75
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.5333	15.31	8.16
101010005	PEON			hh	0.5000	0.2667	13.77	3.67
<b>21.58</b>								
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.1000	5.09	0.51
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1100	5.51	0.61
231010001	MADERA TORNILLO			p2		3.5600	6.10	21.72
231040002	ROLLIZOS DE EUCALIPTO 3mXD=4"			Und		2.0000	18.65	37.30
<b>60.14</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	21.58	1.08
<b>1.08</b>								

Nota: En la tabla 11, se obtiene una productividad de 15 m2/día para el encofrado y desencofrado de losa aligerada, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 82.80 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción de Condominio Los Defensores" con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

Tabla 12

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimientos.

Partida 02.01.99 ENCOFRADO ZAPATAS, CIMIENTO Y SOBRECIMENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	16.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2	49.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0800	27.49	2.20
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	22.91	18.33
101010005	PEON			hh	1.0000	0.8000	16.37	13.10
<b>33.63</b>								
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0500	9.75	0.49
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2933	2.53	0.74
204030001	ACERO CORRUGADO fy=4200kg/cm2 GRADO 60			Kg		0.2900	2.60	0.75
2041200010005	CLAVOS PARA AMADERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1000	3.54	0.35
2041200010007	CLAVOS PARA AMADERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1000	3.54	0.35
231010001	MADERA TORNILLO			p2		1.9600	5.80	11.37
<b>14.05</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	33.63	1.68
<b>1.68</b>								

Nota: En la tabla 12, se obtiene una productividad de 16 m2/día para el encofrado y desencofrado de sobrecimiento, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 49.36 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción Hotel Hampton - Miraflores" con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

Tabla 13

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en columnas.

Partida 02.01.10 ENCOFRADO CARA NO VISTA COLUMNAS, PLACAS Y MUROS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	42.0000		EQ.	42.0000	Costo unitario directo por : m2	62.74
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0190	27.49	0.52
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1905	22.91	4.36
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.1905	18.12	3.45
101010005	PEON			hh	1.0000	0.1905	16.37	3.12
								<b>11.45</b>
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0500	9.75	0.49
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.1800	2.53	0.46
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1200	3.54	0.42
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1000	3.54	0.35
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.5000	5.80	14.50
231220001	PANEL PARA ENCOFRADOS DE 4"X8" CON TRIPLAY DE 19mm			Und		0.0383	81.27	3.11
								<b>19.33</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	11.45	0.34
3010300010003	ABRAZADERA DE COLUMNAS			dia	24.0000	0.5714	10.00	5.71
301030004	PUNTALES			dia	12.0000	0.2857	36.00	10.29
301030009	PERNOS DE ENCOFRADO			dia	24.0000	0.5714	26.00	14.86
301340001	ANDAMIO METALICO			dia	2.0000	0.0476	16.00	0.76
								<b>31.96</b>

Nota: En la tabla 13, se obtiene una productividad de 42 m2/día para el encofrado y desencofrado de columnas, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 62.74 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción Hotel Hampton - Miraflores" con fecha del presupuesto: 30/06/2020

Tabla 14

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en vigas.

Partida 02.01.12 ENCOFRADO DE VIGA CARA VISTA								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	15.0000		EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	72.09
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0533	27.49	1.47
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5333	22.91	12.22
101010005	PEON			hh	1.0000	0.5333	16.37	8.73
								<b>22.42</b>
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0600	9.75	0.59
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2500	2.53	0.63
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1200	3.54	0.42
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1300	3.54	0.46
2041400010003	SIKA FORM (DESMOLDANTE)			Kg		0.4000	11.24	4.50
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.3550	5.80	13.66
231220002	PANEL FENÓLICO PARA ENCOFRADOS DE 4"X8" CON TRIPLAY DE 19mm			Und		0.0480	89.40	4.29
								<b>24.55</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	22.42	1.12
301030004	PUNTALES			dia	10.0000	0.6667	36.00	24.00
								<b>25.12</b>

Nota: En la tabla 14, se obtiene una productividad de 15 m2/día para el encofrado y desencofrado de vigas, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 72.09 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción Hotel Hampton - Miraflores" con fecha del presupuesto: 30/06/2020.



Tabla 15

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado de madera en losa.

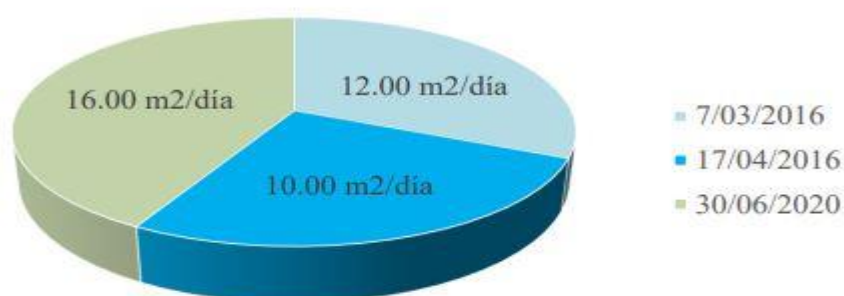
Partida		02.01.11		ENCOFRADO LOSA MACIZA				
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DÍA	MO.	26.0000	EQ.	26.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	55.37	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0308	27.49	0.85
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3077	22.91	7.05
101010005	PEON			hh	2.0000	0.6154	16.37	10.07
								17.97
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0270	9.75	0.26
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.0400	2.53	0.10
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1000	3.54	0.35
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.0500	3.54	0.18
231010001	MADERA TORNILLO			p <sup>2</sup>		0.0400	5.80	0.23
								1.12
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	17.97	0.90
3010300030004	VIGÜETA EXTENSIBLE (4.00 m)			día	10.0000	0.3846	20.00	7.69
301030004	PUNTALES			día	20.0000	0.7692	36.00	27.69
								36.28

Nota: En la tabla 15, se obtiene una productividad de 26 m<sup>2</sup>/día para el encofrado y desencofrado de losa maciza, con ese resultado obtuvimos un precio unitario de S/. 55.37 por m<sup>2</sup>. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto "Construcción Hotel Hampton - Miraflores" con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

Con la información de los resultados de la productividad del sobrecimiento, columnas, vigas y losas utilizando el encofrado con madera se hizo una comparación del año 2016 y 2020.

Figura 4

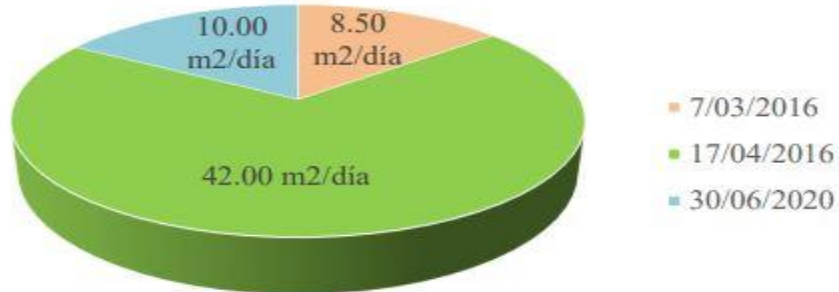
Productividad de encofrado y desencofrado de madera en sobrecimiento en los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 4, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de sobrecimiento con el paso de los años. A comparación del año 2016 se aumentó 4 m<sup>2</sup>/día para el año 2020

Figura 5

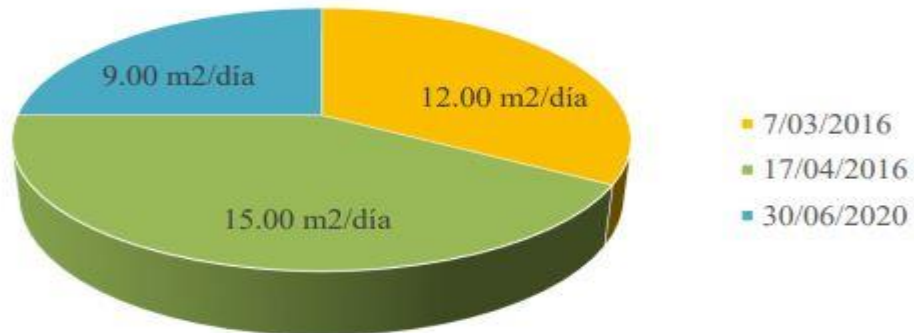
Productividad de encofrado y desencofrado de madera en columnas en los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 5, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de columnas con el paso de los años. A comparación del año 2016 se aumentó 32 m<sup>2</sup>/día para el año 2020

Figura 6

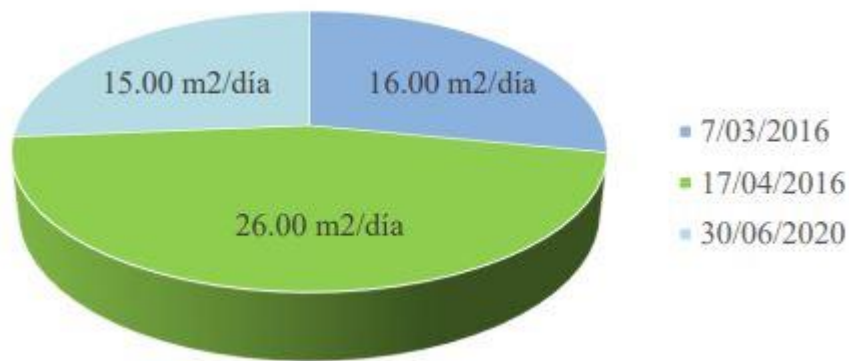
Productividad de encofrado y desencofrado de madera en vigas en los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 6, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de vigas con el paso de los años. A comparación del año 2016 se aumentó 3 m<sup>2</sup>/día para el año 2020.

Figura 7

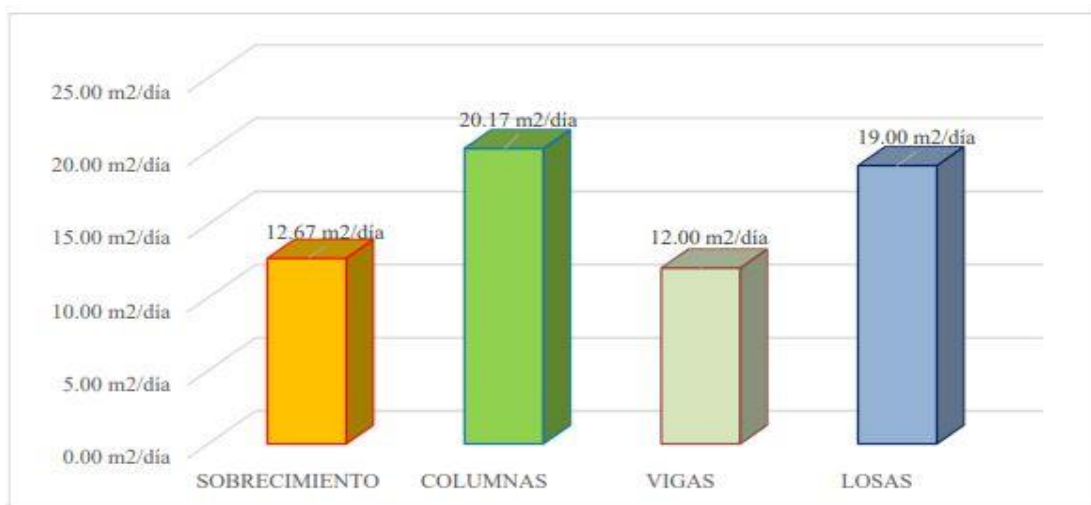
Productividad de encofrado y desencofrado de madera en losas en los 2016 y 2020.



Nota: En la figura 7, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de losas con el paso de los años. A comparación del año 2016 se aumentó 11 m<sup>2</sup>/día para el año 2020.

Figura 8

Productividad de encofrado y desencofrado de madera entre los años 2016 y 2020.



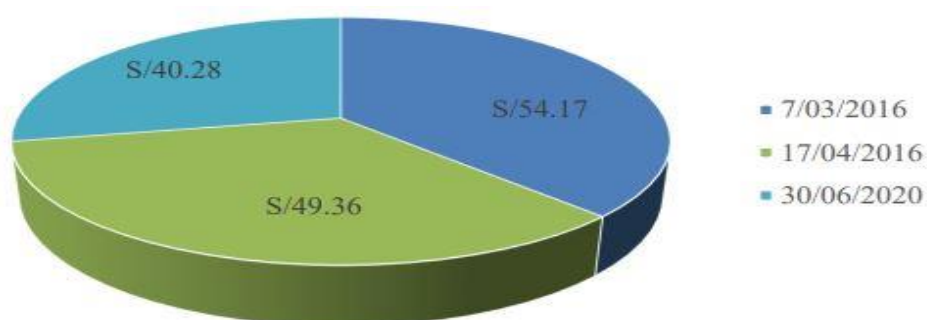
Nota: En la figura 8, se prueba el ponderado de la productividad del encofrado y desencofrado de las estructuras de una edificación.

### Variaciones en costos unitarios de los encofrados tradicionales o de madera

A continuación, se establece los resultados de costos unitarios de encofrados tradicionales o de madera encontrados, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

Figura 9

Precio unitario de encofrado de madera en sobrecimiento entre los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 9, se prueba que el monto del encofrado con madera se diferencia de abril del 2016 a junio del 2020 en S/. 9.08.

Figura 10

Precio unitario de encofrado de madera en columnas entre los años 2016 y 2020.

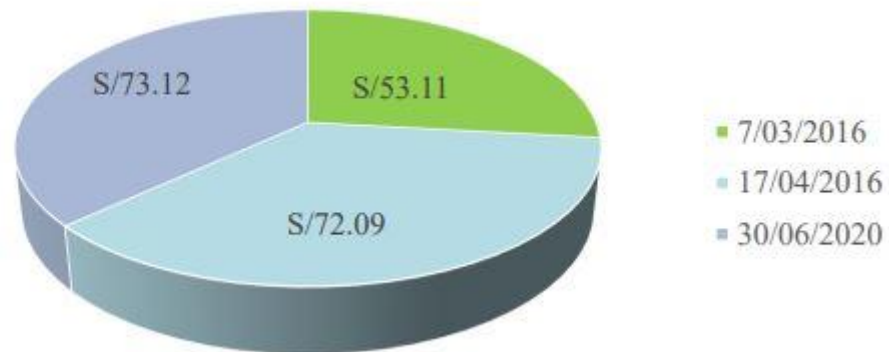


Nota: En la figura 10, se prueba que el monto del encofrado con madera se diferencia de abril del 2016 a junio del 2020 en S/. 0.34.



Figura 11

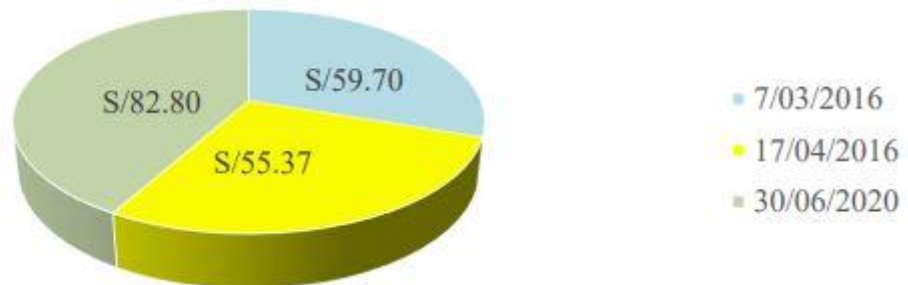
Precio unitario de encofrado de madera en vigas entre los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 11, se prueba que el monto del encofrado con madera se diferencia de abril del 2016 a junio del 2020 en S/. 1.03

Figura 12

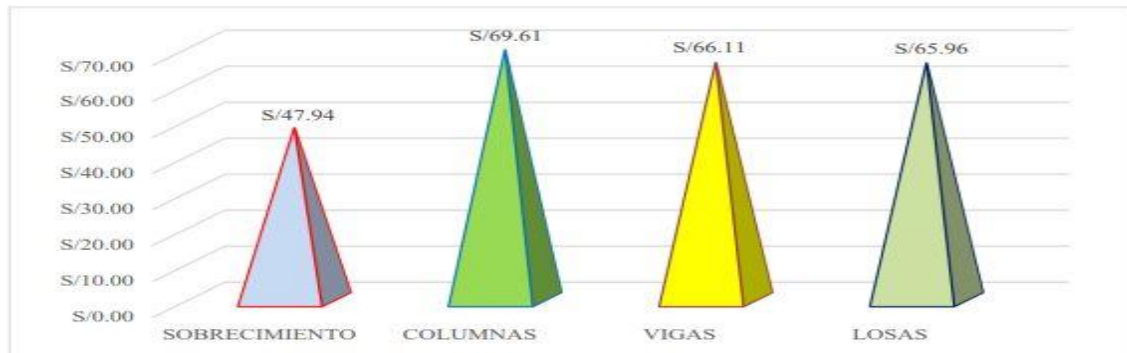
Precio unitario de encofrado de madera en losas entre los años 2016 y 2020.



Nota: En la figura 12, se prueba que el monto del encofrado con madera se diferencia de abril del 2016 a junio del 2020 en S/. 27.43

Figura 13

Precio unitario de encofrado de madera entre los años 2016 y 2020



Nota: En la figura 13, se prueba que el ponderado el precio unitario del encofrado con madera en las estructuras de la edificación.

Figura 14

Productividad ponderada y precio unitario ponderado del encofrado de madera entre los años 2016 y 2020



Nota: En la figura 14, se prueba la variabilidad del ponderado de precio unitario y ponderado de la productividad utilizando el encofrado de madera en las estructuras dadas.

#### Variaciones en rendimiento de los encofrados metálicos

Se pudo obtener los rendimientos de encofrado metálico basándose en las estructuras de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

Tabla 16

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para sobrecimientos

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por : m2	41.03	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0571	28.14	1.61
147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.5714	23.80	13.60
147010003	PEON			hh	1.0000	0.5714	18.84	10.77
								<b>25.98</b>
<b>Materiales</b>								
202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.1000	3.82	0.38
202950003	SEPARADORES E CONCRETO (4cm)			Kg		3.0000	0.45	1.35
230220023	DESMOLDANTE DE ENCOFRADO			gal		0.0125	24.00	0.30
243040019	MADERA CACHIMBO			p2		0.1000	2.80	0.28
								<b>2.31</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	25.98	0.78
348990074	ENCOFRADO METÁLICO P/VERTICALES			m2		1.0000	5.80	5.80
								<b>6.58</b>
<b>SUBPARTIDAS</b>								
900401049603	DESENCOFRADO DE PLACAS			m2		1.0000	6.16	6.16
								<b>6.16</b>

Nota: En la tabla 16, se obtiene una productividad de 14 m2 /día para el encofrado y desencofrado de sobrecimiento con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 41.03 por m2. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto edificación multifamiliar "Today", San Isidro con fecha del presupuesto: 01/01/2020.

Tabla 17

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para placas

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA DE PLACAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	51.26	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0667	28.14	1.88
147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	23.80	15.87
147010003	PEON			hh	1.0000	0.6667	18.84	12.56
								<b>30.31</b>
<b>Materiales</b>								
202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.1500	3.82	0.57
202950003	SEPARADORES E CONCRETO (4cm)			Kg		3.5000	0.45	1.58
230220023	DESMOLDANTE DE ENCOFRADO			gal		0.0175	24.00	0.42
243040019	MADERA CACHIMBO			p2		0.0750	2.80	0.21
244040001	PANEL FENÓLICO 1.22mx 2.44mx 18mm			pl		0.0500	106.00	5.30
								<b>8.08</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	30.31	0.91
348990074	ENCOFRADO METÁLICO P/VERTICALES			m2		1.0000	5.80	5.80
								<b>6.71</b>
<b>SUBPARTIDAS</b>								
900401049603	DESENCOFRADO DE PLACAS			m2		1.0000	6.16	6.16
								<b>6.16</b>

Nota: En la tabla 17, se obtiene una productividad de 22 m2 /día para el encofrado y desencofrado de placas con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 51.26 m2 El APU fue considerado del presupuesto: del proyecto edificación multifamiliar "Today", San Isidro con fecha del presupuesto: 01/01/2020.

Tabla 18

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para sobrecimientos

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	22.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
mo044	Operario encofrador			hh	0.9750	0.4333	22.72	9.84
mo091	Oficial encofrador			hh	1.1135	0.4949	15.74	7.79
<b>Materiales</b>								
m08eme040	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de concreto.			m <sup>2</sup>		0.010	150.00	1.50
m50spa052b	Tablón de madera de pino, de 20x7.2 cm.			m		0.020	15.19	0.30
m50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.013	46.28	0.60
m08eme051a	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.			m		0.100	0.83	0.08
m08var050	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.			kg		0.050	3.17	0.16
m08var080	Puntas de acero de 20x100 mm.			kg		0.100	20.20	2.02
m08dba010d	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	22.46	0.45
<b>4.85</b>								
<b>0.45</b>								

Nota: En la tabla 18, se obtiene una productividad de 18 m<sup>2</sup> /día para el encofrado y desencofrado de sobrecimiento con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 22.93 m<sup>2</sup>. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto Vivienda Multifamiliar Portofino con fecha del presupuesto: 01/06/2020.

Tabla 19

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para columnas

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	21.89	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
mo044	Operario encofrador			hh	0.9750	0.4333	22.72	9.84
mo091	Oficial encofrador			hh	1.1135	0.4949	15.74	7.79
<b>Materiales</b>								
m08eup010b	Plancha metálica de 50x50 cm, para encofrado de columnas de concreto armado de sección rectangular o cuadrada, de hasta 3 m de altura, incluso accesorios de montaje.			m <sup>2</sup>		0.024	138.47	3.32
m50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.007	46.28	0.32
m08dba010d	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	21.46	0.43
<b>3.83</b>								
<b>0.43</b>								

Nota: En la tabla 19, se obtiene una productividad de 28 m<sup>2</sup> /día para el encofrado y desencofrado de columnas con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 21.89 m<sup>2</sup>. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto Vivienda Multifamiliar Portofino con fecha del presupuesto: 01/06/2020.

Tabla 20

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para vigas

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	12.9240	EQ.	12.9240	Costo unitario directo por : m2	35.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
mo044	Operario encofrador			hh	1.0000	0.6190	22.56	13.96
mo091	Oficial encofrador			hh	1.0000	0.6190	15.62	9.67
								23.63
<b>Materiales</b>								
mt08eft030a	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.			m <sup>2</sup>		0.046	108.17	4.98
mt08eva030	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.			m <sup>2</sup>		0.008	245.19	1.96
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.027	38.56	1.04
mt08cim030b	Madera de pino.			m <sup>3</sup>		0.003	687.00	2.06
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.			kg		0.040	20.20	0.81
mt08dba010d	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
								11.04
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	34.67	0.69
								0.69

Nota: En la tabla 20, se obtiene una productividad de 12.9 m<sup>2</sup> /día para el encofrado y desencofrado de vigas con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 35.36 m<sup>2</sup>. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto Vivienda Multifamiliar Portofino con fecha del presupuesto: 01/06/2020.

Tabla 21

Productividad y precio unitario de encofrado y desencofrado metálico para Losa Aligerada

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	11.5440	EQ.	11.5440	Costo unitario directo por : m2	35.47	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
mo044	Operario encofrador			hh	1.0000	0.6930	22.56	15.63
mo091	Oficial encofrador			hh		0.9813	15.62	10.62
								26.25
<b>Materiales</b>								
mt08eft030a	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.			m <sup>2</sup>		0.044	108.17	4.76
mt08eva030	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.			m <sup>2</sup>		0.007	245.19	1.72
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.027	38.56	1.04
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.			kg		0.040	20.20	0.81
mt08dba010d	Agente desmoldante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
								8.52
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	34.77	0.70
								0.70

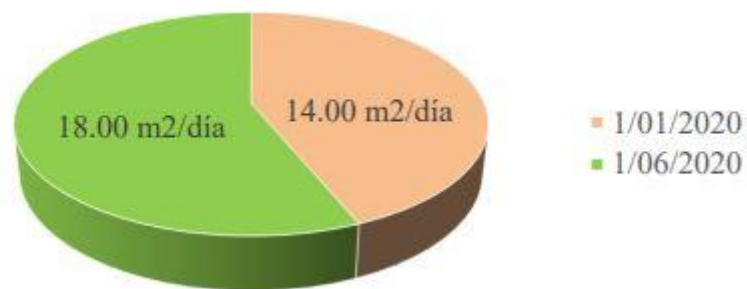
Nota: En la tabla 21, se obtiene una productividad de 21.5 m<sup>2</sup> /día para el encofrado y desencofrado de losas aligeradas con encofrado metálico, con este resultado obtuvimos el precio de S/. 35.47 m<sup>2</sup>. El APU fue considerado del presupuesto del proyecto Vivienda Multifamiliar Portofino con fecha del presupuesto: 01/06/2020.



Con la información de los resultados de la productividad del sobrecimiento, columnas, vigas y losas utilizando el encofrado con madera se hizo una comparación del mes de enero al mes de junio del 2020.

Figura 15

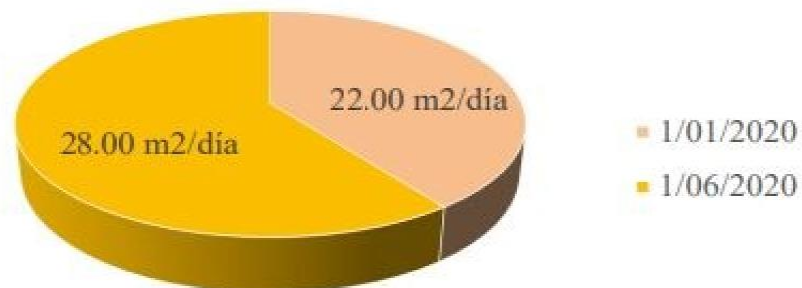
Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de sobrecimiento en el año 2020



Nota: En la figura 15, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de sobrecimiento con el paso de los años.

Figura 16

Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de columnas/placas en el Año 2020



Nota: En la figura 16, se prueba que se ha ido aumentando la productividad del encofrado y desencofrado de columnas/placas con el paso de los meses.

Figura 17

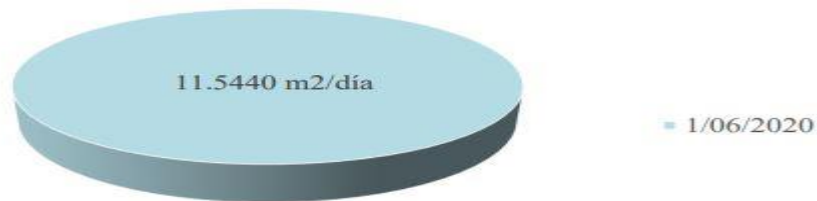
Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de vigas en el año 2020.



Nota: En la figura 17, se muestra un único rendimiento de encofrado metálico en vigas, teniendo un valor de 12.9240 m<sup>2</sup>/día.

Figura 18

Productividad de encofrado y desencofrado de metálico de losa en el año 2020



Nota: En la figura 18, se muestra un único rendimiento de encofrado metálico en losas aligeradas, teniendo un valor de 21.5440 m<sup>2</sup>/día.

Figura 19

Rendimiento Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020



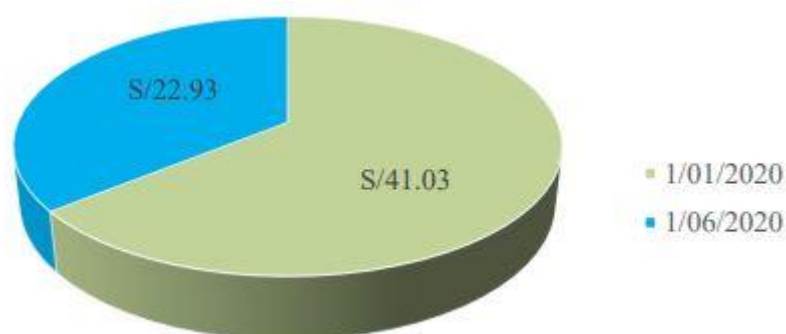
Nota: En la figura 19, se prueba el ponderado de la productividad del encofrado y desencofrado metálico de las estructuras de una edificación.

## Variaciones en el costo unitario de los encofrados metálicos

A continuación, se establece los resultados de costos unitarios de encofrados metálicos, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

Figura 20

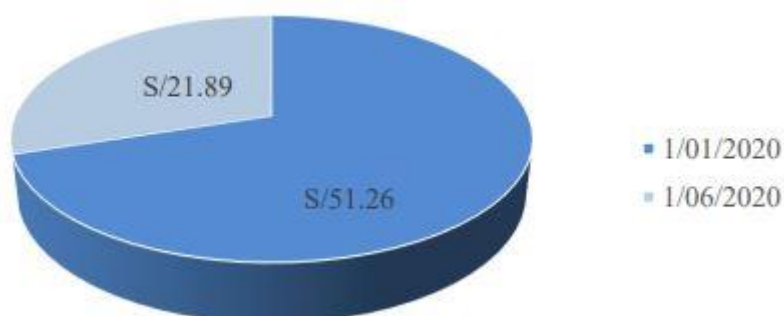
Precio unitario de encofrado metálico en sobrecimiento en el año 2020.



Nota: En la figura 20, se prueba que el monto del encofrado metálico se diferencia de enero del 2020 a junio del 2020 en S/. 18.10

Figura 21

Precio unitario de encofrado metálico en columnas y placas en el año 2020



Nota: En la figura 21, se prueba que el monto del encofrado metálico se diferencia de enero del 2020 a junio del 2020 en S/. 29.37



Figura 22

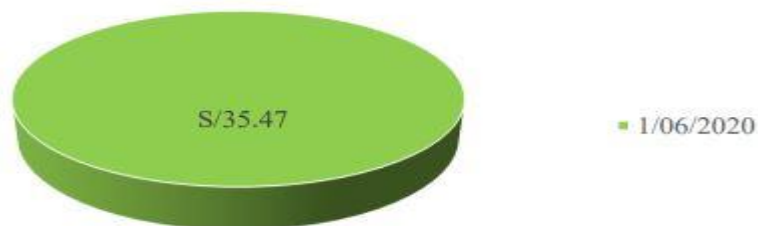
Precio unitario de encofrado metálico en vigas en el año 2020



Nota: En la figura 22, se muestra un único dato de 35.36 soles correspondiente a junio del 2020.

Figura 23

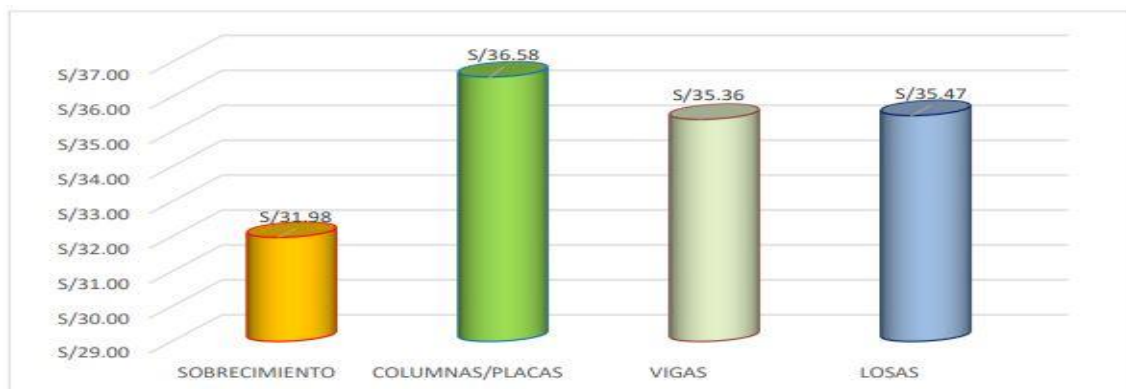
Precio unitario de encofrado metálico en losas en el año 2020



Nota: En la figura 23, se muestra un único dato de 35.47 soles correspondiente a junio del 2020.

Figura 24

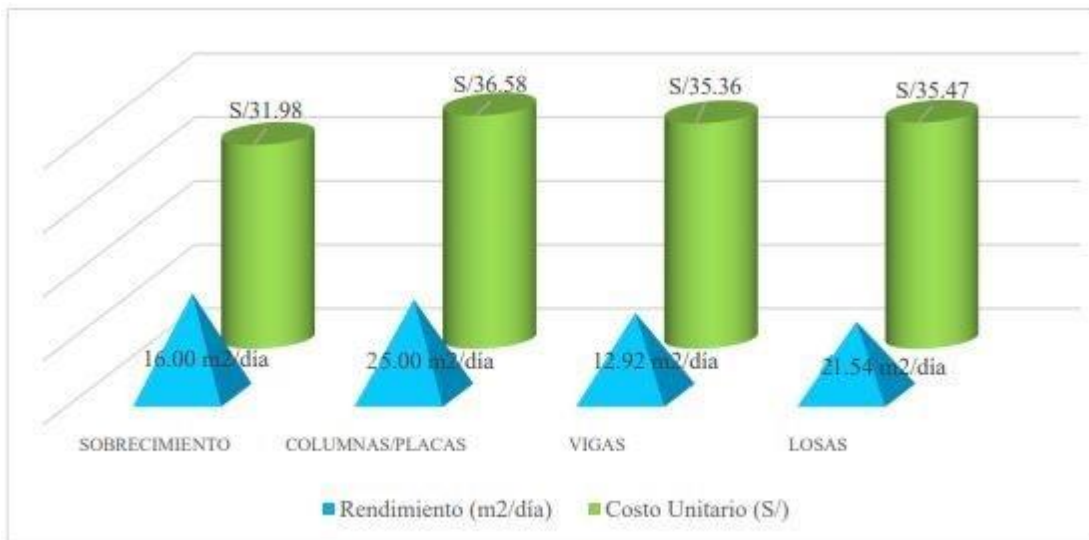
Precio unitario ponderado de encofrado metálico en el Año 2020



Nota: En la figura 24, se muestra el ponderado del precio unitario de encofrado metálico en los elementos estructurales de una edificación.

Figura 25

Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020



Nota: En la figura 25, se muestra la variación del promedio de costo unitario y promedio de rendimiento de acuerdo con los encofrados de los elementos estructurales.

## V. DISCUSIÓN

Las implicancias del presente trabajo de investigación, tiene como finalidad información para poder definir el mejor sistema de encofrado metálico para un proyecto multifamiliar; resaltando el tema económico, tiempo de ejecución y el riesgo en obra con la utilización de encofrados metálicos, debido al peso y dimensiones de los encofrados metálicos. Por otra parte, si se desea construir estructuras atípicas, la madera era la solución que se utilizaba, pero con el transcurrir de los años el encofrado metálico ya se puede utilizar para estructuras atípicas. El alcance de la investigación es descriptivo debido a que todos los resultados ya han sido obtenidos por otros autores que han realizado sus propios experimentos.

En la actualidad, el encofrado metálico, según los resultados encontrados, posee un menor costo comparando con el encofrado tradicional. Además, con respecto a la seguridad tiene un nivel alto de riesgo debido a que todavía en algunos proyectos no están capacitados para la utilización del encofrado metálico por eso las empresas encofradoras están apuntando siempre a la constante capacitación para que el operario pueda alcanzar el uso óptimo.

Asimismo, con respecto a los costos, si queremos hacer una comparación entre encofrados tradicionales y encofrado metálicos. Para el diseño de encofrado de del multifamiliar que estamos investigando, el encofrado metálico es mucho más rentable que el encofrado con madera, una de las causales es debido a que se puede utilizar más veces que el encofrado de madera (Laura, 2016)

En la actualidad los proyectos ya se están utilizando el encofrado metálico a comparación del encofrado con madera por eso se dispuso a hacer una comparación en el proyecto multifamiliar “Real Carabayllo” donde se utilizó el 75% encofrado metálico y el 25% encofrado con madera donde se puede comprobar que la productividad fue mayor cuando se utilizó el encofrado metálico. (Briceño, 2017)

## **VI. CONCLUSIONES**

En conclusión, en el presente trabajo de investigación se pudo lograr analizar los sistemas de encofrado metálicos utilizados en el edificio multifamiliar “Today” aplicando en los verticales y horizontales del presente proyecto donde los beneficios de cada sistema.

También se pudo comparar el encofrado metálico con el encofrado con madera considerando los puntos de costos, tiempo de ejecución, acabados y personal utilizando ambos encofrados. Donde se puede decir que el encofrado metálico es mucho más eficiente y eficaz respecto a costos ya que se puede optimizar equipo y personal en obra; y el tiempo de ejecución del proyecto se acorta considerablemente obteniendo a su vez un acabado mucho mejor que utilizando el encofrado con madera.

Otra de las conclusiones también fue el factor de seguridad en el proyecto y se estableció que teniendo las capacitaciones adecuadas de acuerdo con el sistema de encofrado a utilizar y a la estructura donde se encofrara y lo más importa de acuerdo con el tipo de proyecto se puede garantizar la máxima productividad de los operarios en obra.

Se pudo concluir que utilizando el encofrado metálico se utiliza menos mano de obra ya que los sistemas de encofrado vienen con sus planos modulados de los verticales y horizontales obteniendo así lo más óptimo en mano de obra.

## VII. RECOMENDACIONES

Es necesario que en los proyectos se designe un personal que sea especialista en los diseños de encofrado para así poder elegir el sistema de encofrado que le servirá en su proyecto teniendo en cuenta su planificación inicial del proyecto.

Debido a la presente investigación se recomienda utilizar el encofrado metálico ya que se comprobó que es mucho más eficiente para los proyectos de construcción. Teniendo en cuenta que utilizando el encofrado metálico se puede optimizar el tiempo de ejecución y sobre todo es mucho más económico ya que puedes sectorizar el proyecto y solicitar un área en especial para que puedas culminar tu proyecto.

Antes de tomar la decisión de utilizar el encofrado metálico para el proyecto se debe capacitar con las empresas encofradoras ya que no todas tienen los mismos sistemas y tienes que evaluar cual de todos los sistemas de encofrado de las empresas encofradoras son las adecuadas para tu proyecto.

Debido a que en nuestro país se está estableciendo el uso del encofrado metálico se debe tener cuidado ya que el uso de estos paneles metálicos puede ocasionar accidentes de obra.

Al momento de decidir con que sistema de encofrado se va a utilizar se debe pedir los certificados y memorias de calculo del mismo para poder tener la seguridad que funcione en las estructuras del proyecto.

# REFERENCIAS

Arapa, M. V., & Maldonado, L. F. (2019). Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco - 2017. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. Disponible en <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3751>

Arce Joao. Nivel de productividad en el encofrado y vaciado de concreto armado empleando encofrados metálicos y auto hormigoneras, respectivamente, en la obra Reconstrucción y equipamiento de la I.E.P. Santa Inés – Yungay - Ancash. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. [en línea], 2016 [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2141>

Aniskin, N.A., Nguyen, T.C. The effect of formworks on the temperature regime in the mass concrete. Document Type: Article (2020)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097887103&doi=10.18720%2fMCE.99.11&partnerID=40&md5=8f206ebb019b99de6bb7abdc5a96384c>

ISSN: 27128172

DOI: 10.18720/MCE.99.11

Ayala Ruth, Chimbo Cynthia, Yaguana Diego. Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la construcción en línea], 2019 [Fecha de consulta: 14 de octubre del 2021]. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/13341>

Briceño, H. E. (2017). Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra-Condominio Real Carabayllo en el 2016. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Calderón, S. J., & Alzamora, D. I. (2018). Diseños de investigación para tesis de posgrado. Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social, Volumen 7(Nº 2), 71 - 76. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <http://revistas.uiqv.edu.pe/index.php/psicologia/article/download/660/581/>

CAPECO. (2016). El Sector Construcción y la Reactivación Económica en un clima de Paz para el Perú. Recuperado el mayo de 2017, de <http://www.capeco.org/exposiciones/1er-foronacional/>

Castañeda Jorge, Lopez Willian. Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015.

Chellappa Vigneshkumar, Salve Urmi Ravindra. Analysis of workers' fall accidents due to formwork operations (2022)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125176628&doi=10.1680%2fjfoen.21.00006&partnerID=40&md5=385e901e245238005813dcb0e2ad7a3b>

ISSN: 20439903

DOI: 10.1680/jfoen.21.00006

Chien-Ho KO, Jiun-De KUO (Received 02 Aug 2012; accepted 19 Nov 2012). Making Formwork Construction Lean. Obtenido de ScienceDirect: [View of Making formwork construction lean \(vgtu.lt\)](#)

Civilgeek (s.f.) Encofrados metálicos Recuperado el 25 de Septiembre de 2016, de Ingeniería y Construcción: <http://civilgeeks.com/2011/12/14/encofrados-metalicos/>

Chunga Zaña Jahir, Ramírez Tafur Kevin (2019). Aplicación del sistema de encofrado autotrepante y análisis comparativo de la productividad con el sistema de encofrado metálico convencional en edificaciones de gran altura. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Construmática.com, Encofrados. Recuperado en: <https://www.construmatica.com/construpedia/Encofrado> (Consultado el 18 de octubre de 2021).



Delgado Tania Laura. Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angares - Huancavelica. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016.

Espinoza Jorge. Aplicación de encofrados modulares para mejorar la productividad en construcción de viviendas multifamiliares en Jaén - Cajamarca. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. [en línea], 2021 [Fecha de consulta: 20 de octubre del 2021]. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61320>

Gámez Laura, Ojeda Andres. Propuesta de estrategia fundamentada en el aprendizaje basado en problemas y la metodología BIM para el análisis de rendimientos de encofrado, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. [en línea], 2018 [Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2021]. Disponible en <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5316>

Gomez, Adriana. Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. 2016. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. [en línea] [Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2021]. Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/666>

Gong Jian, Fang Tingchen, Zuo Junqing. A Review of Key Technologies Development of Super High-Rise Building Construction in China (2022)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124014570&doi=10.1155%2f2022%2f5438917&partnerID=40&md5=63134465777a2dae5c49575deefb1c8>

ISSN: 16878086

DOI: 10.1155/2022/5438917

Guerrero Alvaro I. Análisis comparativo de factibilidad técnica, económica y constructiva entre encofrado tradicional y encofrado losaflex para vigas y losas de hormigón armado en edificaciones, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. [en línea], 2018 [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14618>

Ibarra, L. J. Análisis de la baja demanda de encofrados plásticos de polietileno en Guayaquil. (Tesis para obtener el grado de Magister en Administración de Empresas mención en Marketing). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador [en línea], 2016 [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18328>

Jia Shilong, Meng Xiangrui, Chen Zhongliang, Zhao Lei, Su Yanming, Li Hang. Analysis of the influence of erection of scissor braces on the bearing capacity of the wheel-buckled steel pipe supporting formwork system (2021)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85109984985&doi=10.1088%2f1755-1315%2f791%2f1%2f012068&partnerID=40&md5=d5dbe7f0da70519c84bd1b1034942f2c>

ISSN: 17551307

DOI: 10.1088/1755-1315/791/1/012068

Jiménez Roy. Encofrados y andamios para obras civiles y edificaciones. Febrero 2017 2019 [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2021].

Laura, D. T. (2016). Diseño de sistema de encofrados en la provincia Angaraes - Huancavelica. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Huancavelica, Lircay, Huancavelica, Perú.

Li Wei, Lin Xiaoshan, Bao Ding Wen, Min Xie Yi. A review of formwork systems for modern concrete construction (2022)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124033582&doi=10.1016%2fj.istruc.2022.01.089&partnerID=40&md5=2bee14c30be1749679fa2911c4bf29c5>

ISSN: 23520124

DOI: 10.1016/j.istruc.2022.01.089

López-Arquillos (Accepted: March 30, 2019; Received: September 27, 2017). Occupational safety needs into construction formwork market. Perception of

stakeholders. Obtenido en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2019000100016&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2019000100016&script=sci_arttext)

Lopez Roldan Pedro, Fachelli Sandra. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. [en línea], [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2022]. Disponible en <https://ddd.uab.cat/record/129382>

Mamani Victor N. Análisis de la eficiencia del empleo de encofrado metálico y madera en la construcción de edificios de la ciudad de Cusco. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. [en línea], 2017 [Fecha de consulta: 30 de octubre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3751>

Martínez Carlos A, Díaz Juan F. y Duque Robinson. Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares. [en línea], noviembre 2019 [Fecha de consulta: 06 de octubre del 2021]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992019000400003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992019000400003)

Martinez, K. (2014). El Impacto de la Tecnología en la Productividad. Recuperado el enero de 2017, de <http://www.construccionminera.cl/el-impacto-de-la-tecnologia-en-laproductividad-relacion-entre-innovacion-y-gestion-de-recursos/>

Neumann Cabrera Giovanni (2017). Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Oribe Alva Yosep. (2014).” Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la Ciudad de Lima” (Tesis de Grado). Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol, 227-232. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pavón, L. P., & Gogeoascoechea, T. M. (2010). Diseño de investigación. (Maestría en prevención integral del consumo de drogas). Universidad Veracruzana Instituto de Ciencias de la Salud, Xalapa, México.

Pindo J., Orces E., Leon J. Diseño estructural de encofrado metálico para túnel de vía Alóag – Tandapi - Guayaquil, Escuela Profesional de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Produccion. [en línea], 2017 [Fecha de consulta: 02 de noviembre del 2021]. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/37684>

Qianqian Xu, Yechun Cheng, Jiajia XU, Mingyu Lu. Construction Technology and Analysis of High and Large Formwork for Automobile Ramp (2021)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108546896&doi=10.1088%2f1755-1315%2f787%2f1%2f012170&partnerID=40&md5=ac1dba26123595cb870d24462dea277d>

ISSN: 17551307

DOI: 10.1088/1755-1315/787/1/012170

Ramesh Kannan. M, H. S. (s.f. de s.f. de 2013). constructability assessment of climbing formwork systems using building information modeling. Obtenido de ScienceDirect:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705813017050?token=0c351b96c11f1a1c9f0f247ab29d2644917e7ff0f1fc8535cb1fc566dadd40bd874dac117695d148450e1cc03e7f3752&originregion=us-east-1&origincreation=20211025161415>

Restrepo Eliana, Lopez Andres, Plan de negocios para la fabricación y venta de equipos encofrados especiales. [en línea], 2019 [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2021]. Disponible en:

<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/13755>

Teixeira Sofía, Santilli Adrián, Puente Iñigo. Diseño de encofrados verticales: Dimensionado y Tiempos mínimos de desencofrado. [en línea], mayo 2014 [Fecha de consulta: 05 de octubre del 2021]. Disponible en <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/353>

Terzioglu Taylan, Polat Gul, Turkoglu Harun. Formwork System Selection Criteria for Building Construction Projects: A Structural Equation Modelling Approach (2022)

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85124810024&doi=10.3390%2fbuildings12020204&partnerID=40&md5=e1941c1fc2c662f729a3358925262e3e>

ISSN:20755309

DOI: 10.3390/buildings12020204

Thiyagarajan R., Panneerselvam V., Nagamani K. Aluminium Formwork System Using In Highrise Buildings Construction. (2017). Encontrado en [https://www.researchgate.net/profile/thiyagarajan-r/publication/322265566\\_aluminium\\_formwork\\_system\\_using\\_in\\_highrise\\_buildings\\_construction/links/5a4f005f458515e71b0867ad/aluminium-formwork-system-using-in-highrise-buildings-construction.pdf](https://www.researchgate.net/profile/thiyagarajan-r/publication/322265566_aluminium_formwork_system_using_in_highrise_buildings_construction/links/5a4f005f458515e71b0867ad/aluminium-formwork-system-using-in-highrise-buildings-construction.pdf)

# **ANEXOS**

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Diseño de los sistemas de encofrado en una edificación multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021

AUTOR: Saldivar Galarza Jorge Luis

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General: ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para el edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021?	Objetivo General: Encontrar el sistema de encofrado óptimo para el edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021	Hipótesis General: El sistema de encofrado óptimo para el edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021	Variable Independiente (X):  Sistema de encofrados	Verticales: • Columnas • Placas	. Manuportable . Marco Liviano	N.T.E. E-060
				Horizontales: • Vigas • Losas	. Losas Bajas . Losas Altas	
Problemas Específicos: ¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las placas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021?	Objetivos Específicos: Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las placas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021	Hipótesis Específicas: El sistema de encofrado óptimo para las placas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021	Variable Dependiente (Y):  Edificación multifamiliar	Muro Anclado	Resistencia del encofrado	N.T.E. E-060
¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las vigas del edificio Multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021?	Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las vigas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021	El sistema de encofrado óptimo para las vigas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021		sótanos	Resistencia del encofrado	N.T.E. E-060
¿Qué sistema de encofrado será el óptimo para las losas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021?	Diseñar el sistema de encofrado óptimo para las losas del edificio multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021	El sistema de encofrado óptimo para las losas del edificio Multifamiliar "Today", San Isidro, Lima - 2021		Pisos superiores	Resistencia del encofrado	N.T.E. E-060

## Anexo 2: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente (X):  Sistema de encofrados	El sistema del encofrado se basa en armar los paneles de acuerdo con la modulación de la estructura. Al tener el diseño de este siempre se busca utilizar la cantidad mínima de paneles ya que se reutilizables. Una de las dificultades es que las medidas de los paneles son estándar y se tiene que acomodar a las longitudes de las estructuras. (Martinez, Diaz, Duque, 2019).	Esta variable será medida en elementos horizontales y verticales cuando se aplican diferentes tipos de encofrado.	Verticales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Columnas</li> <li>• Placas</li> </ul>	. Manuportable . Marco Liviano	Nominal
			Horizontales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigas</li> <li>• Losas</li> </ul>	. Losas Bajas . Losas Altas	Nominal
Variable Dependiente (Y):  Edificación multifamiliar	Una edificación multifamiliar es aquella en la que una construcción vertical u horizontal está dividida en varias unidades de viviendas integradas que comparten el terreno como bien común. Estas viviendas se integran principalmente en bloques: cuando son edificios de pocas alturas, o en torres: cuando las viviendas forman parte de construcciones de 10 pisos o más. (Revista REALIA)	Esta variable será medida por la resistencia del encofrado en muros anclados, sótanos y pisos superiores.	Muro Anclado	Resistencia del encofrado	Razón
			Sótanos	Resistencia del encofrado	Razón
			Pisos superiores	Resistencia del encofrado	Razón

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 1: Autorización de información



**J.S.G. INGENIERÍA Y  
DESARROLLO S.A.C.**

RUC:20602789021

A.H. 12 de agosto. Prolongación El Amargón MZ E Lote 14  
Cel. 987820138 / 998379283

Lima, 25 de octubre del 2021

**Carta N° 226-2021-JSG**

**Señor:**  
**Jorge Luis Saldivar Galarza**  
**DNI: 71337766**

**Presente. -**

**Asunto: ENTREGA DE PLANOS PROYECTO "TODAY"**

**Referencia: "CONSTRUCCION DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR TODAY"**

### **De mi consideración:**

Por medio de la presente nos dirigimos a usted para indicarle que siendo proveedor de la construcción de la referencia; ha sido aceptada su solicitud para la utilización de los planos (AUTOCAD) del proyecto con la única finalidad de elaborar la tesis "Diseño de los sistemas de encofrado en una edificación multifamiliar "Today", San Isidro, Lima – 2021" correspondiente a su persona para que pueda culminar su trabajo de investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

Sin otro particular, esperamos que lo solicitado cumpla con su finalidad.

  
.....  
**Jackeline Salazar Lizana**  
Gerente Comercial  
J.S.G. INGENIERIA Y DESARROLLO S.A.C.

.....  
**GERENTE COMERCIAL**

## **INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Encofrado para verticales (columnas y placas):

### 1.- Encofrado Manuportable

Este tipo de encofrado mayormente en edificaciones, cimentaciones, muros de poca altura.

Las propiedades son las siguientes:

- Requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión solo unen y sellan los paneles, pero no los alinean
- Su traslado es forma manual o con grúa
- Bajo peso, en promedio esta entre 15 a 20 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 35 y 45 kN/m<sup>2</sup>

### 2.- Encofrado Marco Liviano

Este tipo de encofrado se utiliza en edificaciones generalmente de altura simple.

Las propiedades son las siguientes:

- No requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión unen, sellan los paneles y los alinean.
- Su traslado es forma manual o con grúa (grandes áreas)
- El peso promedio esta entre 25 a 35 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 45 y 65 kN/m<sup>2</sup>

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los verticales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 04 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 3000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 03 parejas para el encofrado de los verticales (03 operarios y 03 ayudantes)

## Encofrado para horizontales (vigas y losas)

### 1.- Encofrado Losas Bajas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura hasta 4 metros que mayormente son puntales de acero.

Sus características son las siguientes:

- La solución que utiliza incluye el uso de trípodes, puntales, cabezales, vigas y superficie de contacto
- El proceso de armado es muy sencillo

### 2.- Encofrado Losas Altas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura mayor 4 metros que, se puede usar las siguientes soluciones

- Puntales de aluminio: Son más robustos a comparación de los utilizados en las losas bajas por ende tiene alta capacidad de carga.
- Marco y Crucetas: Los marcos y crucetas son de acero y son galvanizados. El montaje se puede hacer de forma vertical y horizontal se puede considerar su traslado también por medio de grúas.
- Andamios: El armado puede ser vertical y horizontal, está compuesto por base, verticales, horizontales y diagonales.

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los horizontales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 05 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 25000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 04 parejas para el encofrado de los verticales (04 operarios y 04 ayudantes)

  
RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 51304

## INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Encofrado para verticales (columnas y placas):

### 1.- Encofrado Manuportable

Este tipo de encofrado mayormente en edificaciones, cimentaciones, muros de poca altura.

Las propiedades son los siguientes:

- Requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión solo unen y sellan los paneles, pero no los alinean
- Su traslado es forma manual o con grúa
- Bajo peso, en promedio esta entre 15 a 20 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 35 y 45 kn/m<sup>2</sup>

### 2.- Encofrado Marco Liviano

Este tipo de encofrado se utiliza en edificaciones generalmente de altura simple.

Las propiedades son los siguientes:

- No requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión unen, sellan los paneles y los alinean.
- Su traslado es forma manual o con grúa (grandes áreas)
- El peso promedio esta entre 25 a 35 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 45 y 65 kn/m<sup>2</sup>

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los verticales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 04 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 3000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 03 parejas para el encofrado de los verticales (03 operarios y 03 ayudantes)

LUIS FERNANDO  
ZEVALLO CALARZA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 131224



## Encofrado para horizontales (vigas y losas)

### 1.- Encofrado Losas Bajas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura hasta 4 metros que mayormente son puntales de acero.

Sus características son las siguientes:

- La solución que utiliza incluye el uso de trípodes, puntales, cabezales, vigas y superficie de contacto
- El proceso de armado es muy sencillo

### 2.- Encofrado Losas Bajas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura mayor 4 metros que, se puede usar las siguientes soluciones

- Puntales de aluminio: Son más robustos a comparación de los utilizados en las losas bajas por ende tiene alta capacidad de carga.
- Marco y Crucetas: Los marcos y crucetas son de acero y son galvanizados. El montaje se puede hacer de forma vertical y horizontal se puede considerar su traslado también por medio de grúas.
- Andamios: El armado puede ser vertical y horizontal, está compuesto por base, verticales, horizontales y diagonales.

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los horizontales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 05 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 25000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 04 parejas para el encofrado de los verticales (04 operarios y 04 ayudantes)

LUIS FERNANDO  
ZEVALLOS GALARZA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 31224

## INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Encofrado para verticales (columnas y placas):

### 1.- Encofrado Manuportable

Este tipo de encofrado mayormente en edificaciones, cimentaciones, muros de poca altura.

Las propiedades son los siguientes:

- Requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión solo unen y sellan los paneles, pero no los alinean
- Su traslado es forma manual o con grúa
- Bajo peso, en promedio esta entre 15 a 20 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 35 y 45 kn/m<sup>2</sup>

### 2.- Encofrado Marco Liviano

Este tipo de encofrado se utiliza en edificaciones generalmente de altura simple.

Las propiedades son los siguientes:

- No requiere uso de alineadores debido a que los elementos de unión unen, sellan los paneles y los alinean.
- Su traslado es forma manual o con grúa (grandes áreas)
- El peso promedio esta entre 25 a 35 kg/m<sup>2</sup>
- Su resistencia a la presión del concreto esta entre los 45 y 65 kn/m<sup>2</sup>

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los verticales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 04 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 3000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 03 parejas para el encofrado de los verticales (03 operarios y 03 ayudantes)



CARLOS MARTÍN  
PÉREZ RODRÍGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 242985

Encofrado para horizontales (vigas y losas)

1.- Encofrado Losas Bajas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura hasta 4 metros que mayormente son puntales de acero.

Sus características son las siguientes:

- La solución que utiliza incluye el uso de tripodes, puntales, cabezales, vigas y superficie de contacto
- El proceso de armado es muy sencillo

2.- Encofrado Losas Bajas:

Este tipo de sistemas sirve para una altura mayor 4 metros que, se puede usar las siguientes soluciones

- Puntales de aluminio: Son más robustos a comparación de los utilizados en las losas bajas por ende tiene alta capacidad de carga.
- Marco y Crucetas: Los marcos y crucetas son de acero y son galvanizados. El montaje se puede hacer de forma vertical y horizontal se puede considerar su traslado también por medio de grúas.
- Andamios: El armado puede ser vertical y horizontal, está compuesto por base, verticales, horizontales y diagonales.

Se evaluó lo siguiente:

- a) Tiempo de Ejecución: para el encofrado de los horizontales del sótano típico que son 500 m<sup>2</sup> de área a trabajar se pudo deducir que se tomaron 05 días sectorizando en 04 zonas a trabajar.
- b) Costo de encofrado: el costo del encofrado considerando que son equipos en alquiler son S/. 25000.00 mensuales.
- c) Mano de Obra: Se utilizó 04 parejas para el encofrado de los verticales (04 operarios y 04 ayudantes)

  
CARLOS MARTIN  
PEREZ RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 242985



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADO EN UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR TODAY, SAN ISIDRO, LIMA - 2021", cuyo autor es SALDIVAR GALARZA JORGE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 13 de Junio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2022 18:49:04

Código documento Trilce: TRI - 0307435