



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y su influencia en la construcción del centro comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras

Kriz Giuliana Lazo Rojas

Huancayo, 2018

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. Joseph Castañeda Lozano por su confianza, tiempo y apoyo en la realización del presente estudio.
- A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Continental por las orientaciones brindadas en mi formación universitaria.
- A los jurados revisores por sus aportes en esta investigación y motivarme a continuar investigando.
- A mis compañeros del PROYECTO OPEN PLAZA HUANCAYO por compartir conmigo su experiencia y conocimiento.

Kriz Giuliana Lazo Rojas.

DEDICATORIA

A Julián y Elizabeth mis padres, por enseñarme a ser una persona íntegra y perseverante con todo lo que realice y por su apoyo en cada etapa de mi vida. A mi hermano John por ser mi motivación.

ÍNDICE

Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.1 Planteamiento y formulación del problema	15
1.1.1 Planteamiento del problema	15
1.1.2 Formulación del problema.....	21
1.1.2.1 Problema general	21
1.1.2.2 Problemas específicos	21
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo general.....	21
1.2.2. Objetivos específicos	22
1.3 Justificación e importancia	22
1.4 Hipótesis y descripción de las variables	23
1.4.1. Hipótesis.....	23
1.4.2 Variables.....	24
1.4.2.1 Variable independiente.....	24
1.4.2.2 Variable dependiente.....	24
1.4.3 Operacionalización de variables	25
CAPITULO II.....	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1 Antecedentes de la investigación	26
2.1.1 Antecedentes encontrado en artículos científicos	26
2.1.2 Antecedentes encontrados en tesis	28
2.1.3 Otros antecedentes.....	39
2.2 Bases teóricas.....	40
2.2.1 Construcción del Centro comercial Open Plaza Huancayo.	40
2.2.1.1 Datos generales del proyecto	40
2.2.1.2. Planteamiento General.....	42

2.2.1.3	Gestión de la construcción en el Centro comercial Open Plaza Huancayo	48
2.2.2	Encofrados.....	55
2.2.2.1	Reseña histórica de los encofrados.....	55
2.2.2.2	Definición de encofrado.....	56
2.2.2.3	Clasificación del material utilizado en encofrados.....	57
2.2.2.4	Clasificación de los encofrados según el elemento estructural.....	61
2.2.2.5	Características de los encofrados según las empresas contratadas en el proyecto.....	63
2.2.2.6	Sistemas de encofrados.....	65
2.2.2.7	Gestión de los encofrados.....	69
2.2.3	Sistema de encofrados en la construcción del Centro comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.....	70
2.2.3.1	Planeamiento en la etapa contractual del proyecto – Sistema convencional de encofrados.....	70
2.2.3.2	Planeamiento en la etapa de ejecución del proyecto – Sistema de encofrados con desplazamiento horizontal.....	75
2.2.3.3	Descripción de la aplicación del sistema con desplazamiento horizontal...79	
2.2.3.4	Presupuesto de la partida de encofrados en la etapa de ejecución del proyecto.....	99
2.2.3.5	Cronograma de ejecución de la partida de encofrados en la etapa de ejecución del proyecto.....	101
2.3	Definición de términos básicos.....	102
CAPÍTULO III.....		105
METODOLOGÍA.....		105
3.1	Método, tipo y nivel de investigación.....	105
3.1.1	Método de la investigación.....	105
3.1.1.1	Método general o teórico de la investigación.....	105
3.1.1.2	Método específico de la investigación.....	105
3.1.2	Tipo de investigación.....	106
3.1.3	Nivel de investigación.....	106
3.2	Diseño de la investigación.....	106
3.3	Población y muestra.....	106
3.3.1	Población.....	106
3.3.2	Muestra.....	107
3.4	Técnica e instrumento de recolección de datos.....	107

3.4.1 Técnica utilizada en la recolección de datos	107
3.4.2 Instrumento utilizado en la recolección de datos	107
CAPÍTULO IV	108
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	108
4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	108
4.2 Discusión de resultados	122
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables.....	21
Tabla N° 2: Hitos de obra.....	41
Tabla N° 3: Diseño estructural – Materiales considerados	43
Tabla N° 4:Diseño estructural – Pesos específicos.....	44
Tabla N° 5: Diseño estructuras – Parámetros del terreno	44
Tabla N° 6:Diseño estructural – Parámetros sism resistentes.....	45
Tabla N° 7: Diseño estructural – Sobrecargas	45
Tabla N° 8: Sectorización del terreno.....	45
Tabla N° 9: Frentes de trabajo	46
Tabla N° 10: Franjas de trabajo.	47
Tabla N° 11: Cronograma de ejecución con un sistema convencional de encofrados.....	74
Tabla N° 12: Cronograma de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal	101
Tabla N° 13: Eficiencia de materiales	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación del centro comercial Open Plaza Huancayo	40
Figura N° 2: Enfoque tradicional Vs Enfoque Lean	51
Figura N° 3: Sistema de encofrado tradicional	66
Figura N° 4: Sistema de encofrado normalizado	67
Figura N° 5: Sistema de encofrado deslizante	67
Figura N° 6: Sistema de encofrado autotrepante	68
Figura N° 7: Sistema de encofrado con desplazamiento horizontal.....	69
Figura N° 8: Planteamiento inicial- sistema de encofrados convencional.....	72
Figura N° 9: Planteamiento con un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal	75
Figura N° 10: Proceso constructivo en la etapa de estructuras CCOPH.	76
Figura N° 11: Corte a la cara de la viga	77
Figura N° 12: Proceso constructivo de encofrado de columnas.	82
Figura N° 13: Desmontate del encofrado de columnas con grúa	83
Figura N°14: Proceso de montaje para placas y muros	86
Figura N° 15: Desmontaje con grúa para placas y muros.	87
Figura N° 16: Proceso de montaje de encofrado de vigas	90
Figura N° 17: Elementos que componen el sistema de ecofrado horizontal.....	94
Figura N° 18: Distanca y posición de piezas del sistema de encofrado horizontal.	95
Figura N° 19: Proceso de habilitado y encofrado del sistema con desplazamiento horizontal	98
Figura N° 20: Desencofrado del sistema con desplazamiento horizontal.	99

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Gestión de encofrados.....	70
Gráfico N° 2: Producción de un sistema con desplazamiento horizontal.....	109
Gráfico N° 3: Avance de producción según el corte a la cara de viga.	110
Gráfico N° 4: Índice de productividad de Mano de obra.	111
Gráfico N° 5: Índice de productividad de Mano de obra.	112
Gráfico N° 6: Índice de eficiencia de quipos.....	112
Gráfico N° 7: Eficiencia de los materiales - Alambre negro N°08	115
Gráfico N° 8: Eficiencia de materiales- Madera Tornillo.	115
Gráfico N° 9: Eficiencia de materiales – Triplay lupuna.....	116
Gráfico N° 10: Eficiencia de materiales – Desmoldante-	116
Gráfico N° 11: Eficiencia de materiales – Clavos para madera.	117
Gráfico N° 12: Presupuesto del sistema con desplazamiento horizontal.....	117
Gráfico N° 13: Análisis de los recursos según presupuesto de un sistema con desplazamiento horizontal.	119
Gráfico N° 14: Plazo de ejecución del sistema con desplazamiento horizontal.	120
Gráfico N° 15: Análisis del plazo de ejecución de un sistema con desplazamiento horizontal.	121

ÍNDICE DE PLANOS

(Plano N° 1: Arquitectura Sótano 03)	42
(Plano N° 2: Arquitectura Sótano 02)	42
(Plano N° 3: Arquitectura Sótano 01)	43
(Plano N° 4: Arquitectura Primer nivel)	43
(Plano N° 5: Arquitectura segundo nivel)	43
(Plano N° 6: Especificaciones técnicas)	43
(Plano N° 7: Sectorización)	45
(Plano N° 8: Frentes de trabajo)	46
(Plano N° 9: Franjas de trabajo Frente 02).....	47
(Plano N° 10: Franjas de trabajo Frente 06).....	47
(Plano N° 11: Franjas de trabajo Frente 05).....	47
(Plano N° 12: Corte a la cara de la viga).....	78
(Plano N° 13: Modulaci3n de placas)	79
(Plano N° 14: Modulaci3n de columnas)	79
(Plano N° 15: Modulaci3n de soporte de vigas)	79
(Plano N° 16: Modulaci3n de lateral de vigas)	79
(Plano N° 17: Modulaci3n de soporte de losas)	79

RESUMEN

Objetivo: Determinar la influencia de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras. **Métodos:** Analítico, tipo aplicado y nivel descriptivo- exploratorio, el diseño es no experimental transversal, la técnica utilizada es la observación en campo que permitió recoger la información en el mismo lugar donde se encuentra el objeto estudiado.

Resultados: Aplicar un sistema con desplazamiento horizontal reduce la producción a $200 m^2$ / día, mejora la productividad de mano de obra a $1.96 \text{ hh}/m^2$, reduce la eficiencia del uso del equipo de encofrado en un 30%, disminuye el costo de la partida de encofrado de elementos verticales y horizontales en un 0.0111% y disminuye el plazo de ejecución del proyecto.

Conclusiones: Se determinó que la influencia de aplicar un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro comercial Open Plaza Huancayo es positiva porque resulta menos costosa y la ejecución culmina antes de lo proyectado.

Palabras clave: producción, índice de productividad, costo, plazo, construcción, sistema, encofrados.

ABSTRACT

Objective: Determine the influence of applying a system of formwork with horizontal displacement in the construction of the Shopping Center Open Plaza Huancayo in the stage of structures. **Methods:** Analytical, the applied type and descriptive-exploratory level, the design is non-experimental transversal, the technique used is the observation in the field which allowed us to collect information in the same place where the studied object is. **Results:** Applying a system with horizontal displacement reduces production to $200 m^2 / \text{day}$, improves labor productivity to $1.96 \text{ hh} / m^2$, reduces the efficiency of the use of formwork equipment by 30%, decreases the cost of departure of formwork of vertical and horizontal elements in a 0.0111% and decreases the term of execution of the project. **Conclusions:** It was determined that the influence of applying a shuttering system with horizontal displacement in the construction of the Open Plaza Huancayo shopping center is positive because it is less expensive and the execution ends earlier than planned.

Keywords: production, productivity index, cost, term, construction, system; formwork.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional en la ciudad de Huancayo implica la ejecución de nuevos proyectos debido a que, se presentan una serie de necesidades en los habitantes que exigen a que el sector construcción ejecute obras en un plazo menor, lo cual sería imposible si se reincide en seguir construyendo de forma convencional es por esto que se plantea el uso de nuevos procedimientos que permitan un flujo constante que beneficie minimizando plazos de ejecución y costos. Sin embargo, se debe de verificar que estos nuevos procedimientos a aplicar sean óptimos evaluando la proporción de mejoras en el proyecto.

La construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo inició su ejecución en el año 2015-2016 pudiéndose observar la aplicación de diferentes tecnologías ya utilizadas en otras zonas del país teniendo como fin la mejorar en la propuesta contractual con el cliente y ejecutando el proyecto cumpliendo los hitos en las fechas establecidas. En la siguiente investigación, se analiza la partida de encofrados la misma que en la etapa contractual planteo trabajar con un sistema convencional y en la ejecución de obra se procede a replantear la partida con un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y que se explicará en cada capítulo que compone esta investigación.

La investigación cuenta con cinco capítulos. El primer capítulo, detalla el planteamiento y la formulación del problema y se desarrolla la problemática sobre *cuál es la influencia de aplicar un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras*, así mismo se plantean los problemas específicos, los objetivos, las hipótesis, la justificación y la importancia de la investigación, describiéndose también las variables.

El segundo capítulo, detalla antecedentes donde se puede observar estudios similares que están relacionados a procesos constructivos con nuevos sistemas de encofrado, del mismo modo se desarrolla el marco teórico donde se encuentra la descripción del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y otros puntos que ayudan a un mejor entendimiento y por último, se definen los términos básicos.

El tercer capítulo, detalla la metodología empleada en la investigación desarrollándose: el tipo, el método, el nivel, el diseño de la investigación, la población con la que se elaboró la recolección de la información y el método empleado para la recolección de los datos.

El cuarto capítulo, muestra los resultados obtenidos en la investigación, el análisis de los resultados y las discusiones sobre la veracidad de la información comparándose con otros antecedentes de investigación.

La autora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia de la construcción se ha observado que se han empleado diferentes recursos con el fin de crear un ambiente que pueda cubrir necesidades, esto se ve reflejada en la evaluación del sector construcción en la que observa un avance e incremento de demanda. Frente a ello se genera la problemática de ejecutar proyectos a menor costo y en plazo corto existiendo para ello muchos métodos aplicados a lo largo de la historia con ayuda de tecnologías en la utilización de materiales y en el empleo de procedimientos.

Si nos referimos a la antigüedad, durante miles de años sólo se utilizaron dos materiales: Las piedras y los ladrillos cocidos de barro, los mismos que fueron utilizados en la construcción de la Gran Pirámide de Giza, una de las estructuras más altas en el mundo, en la que el procedimiento consistía en cortar las piedras a un tipo de medida a la que se le atribuye el término de modulación; la cual generó mejoras en el transporte y en la colocación.

En la era Mesopotamia, se usaban los ladrillos con los cuales construyeron las primeras ciudades. En Roma, se logró la puzolana que consistía en mezclar polvo con agua obteniendo un material que se convertía en piedra considerado por este motivo como uno de los adelantos más impresionantes en la historia. La puzolana permitió la construcción de edificios principales como lo fue: El Panteón (125 d.C).

Hasta la actualidad, han ido surgiendo nuevos materiales como: el acero, el encofrado y el concreto armado, pero ya no con fines de creación de ambientes y cobertura de necesidades, sino con el afán de mejorar el procedimiento para obtener ventajas mayores.

Actualmente, en nuestro país el sector construcción sigue creciendo y exigiendo mejoras en aspectos principales como: plazos, costos, productividad y producción; aspectos que no podrían ser alcanzados si se continuasen utilizando procesos constructivos tradicionales es decir los que la mayoría de profesionales conocemos y desarrollamos en diferentes proyectos pero generando baja productividad, desperdiciando material y empleando mayores recursos es por eso que, debemos de utilizar nuevas tecnologías en las que enfoquemos mejoras en los procedimientos, en los materiales y en los recursos que vayan en función al tipo de proyecto a construir.

Si nos referimos a proyectos de edificaciones, podemos contar con partidas relacionadas al concreto, al acero y al encofrado que forman parte de la ruta crítica de todo proyecto, es por ello que se generan nuevas tecnologías y nuevos sistemas pueden ser utilizadas para mejorar estas partidas incidentes contando con otras actividades que dependen de estas, es así como se logra un proceso constructivo eficiente para la obtención de un proyecto exitoso.

En la ciudad de Huancayo, se ejecutó un proyecto de edificación de características resaltantes, la construcción del Centro Comercial Open Plaza, en la que se usaron nuevas tecnologías materiales y en procesos de construcción, de forma principal se consideró la mejora de partidas de encofrados planeadas inicialmente con un sistema de encofrados convencionales, pero a raíz de la exigencia del cliente y como causante a las condiciones climatológicas desfavorables se consideró necesario el cambio a un sistema que ayude a reducir los plazos de ejecución pero cumpliendo en todo momento con lo establecido en el contrato, por este motivo se procedió a

ejecutar el proyecto aplicando una nueva tecnología siendo para esto el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal, pero luego de este cambio es importante analizar si los resultados sobre producción, productividad, costos y plazos fueron óptimos logrando de este modo que el proyecto sea o no exitoso.

1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la influencia de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras?

1.1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la producción de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras?
- ¿Cuáles son los índices de productividad de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras?
- ¿Cuánto es el costo de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras?
- ¿Cuál es el plazo de ejecución de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la producción de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.
- Obtener los índices de productividad de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.
- Obtener el costo de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en el costo de construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.
- Determinar el plazo de ejecución de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad, sigue en crecimiento la industria de la construcción proporcionando nuevas tecnologías o procedimientos con el fin de optimizar plazos de ejecución del proyecto y brindar mayor facilidad en la construcción frente a posibles complicaciones que se podrían presentar; si analizamos de forma general el tema de la construcción podríamos observar que, ésta no sólo depende del empleo de una nueva tecnología o procedimiento, sino también depende del tipo de construcción y de los factores en niveles externos e internos que se presentan durante la ejecución del proyecto, sobre la que se tiene conocimiento presenta variabilidad. Por lo tanto, el resultado positivo de un proyecto debe de ser analizado y verificado de tal modo que se pueda afirmar que la existencia de la aplicación de

una nueva tecnología ha influido de forma positiva para luego recomendar su utilización en el desarrollo de otros proyectos.

En la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo se aplicó un nuevo procedimiento en la partida de encofrados, frente a ello se debería de analizar la influencia que este nuevo procedimiento tuvo para darle conformidad a las afirmaciones positivas que manifestaron los ingenieros Jefes de Campo sobre la aplicación de este nuevo procedimiento de construcción, es importante que se obtengan datos cuantitativos verificables sobre porqué el proyecto fue exitoso y si estos resultaron por la aplicación de un nuevo sistema de encofrados.

Esta investigación es importante porque al obtener los resultados cuantitativos se podrían utilizar estos datos como una base de planteamiento para otros proyectos que consideren las mismas características, del mismo modo podrían ser utilizados por profesionales y estudiantes que residan en la zona central del país, es significativo que conozcamos nuevos procedimientos en la mejora de los procesos de construcción de un proyecto porque no sólo obtendríamos menores plazos y costos de ejecución, sino también motivación para la realización de nuevas investigaciones partiendo de esta investigación como antecedente.

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS

- H1: La influencia es positiva, porque el costo y el plazo de ejecución disminuyen mientras que la producción y la productividad se incrementan con la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.
- H0: La influencia es negativa, porque el costo y el plazo de ejecución se incrementan mientras que la producción y la productividad disminuyen con la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

- Ha: No existe influencia en el costo y en el plazo de ejecución, la producción y la productividad en la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

1.4.2 VARIABLES

1.4.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal.

1.4.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

1.4.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	TIPOS DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS Y DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEMS
Aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal.	Independiente	Acción de colocar un conjunto de moldes para dar la forma proyectada o deseada al concreto y contenerlo hasta su fraguado.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de sistemas de encofrados. - Tipos de encofrados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema tradicional, normado, deslizante, autotrepante. - Vertical, horizontal, inclinado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso y elementos del encofrado. - Elemento estructural.
Construcción del Centro comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras	Dependiente	Proceso de ejecutar una infraestructura para cubrir necesidades lo cual exige disponer de un proyecto y una planificación	<ul style="list-style-type: none"> - Producción - Índice de productividad. - Costo de construcción. - Plazo de ejecución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de unidades físicas sobre unidad de tiempo. - Cantidad de unidades físicas sobre recursos empleados. - Cantidad de soles. - Cantidad de días. 	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad de medida. - Ratios. - Presupuesto. - Cronograma.

Tabla N° 1: Operacionalización de variables

Fuente: Propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES ENCONTRADO EN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

2.1.1.1 (Herrera Pacheco, y otros, 2016), realizaron la investigación que tiene como título: “Innovadora estrategia constructiva para edificaciones: Construcción vertical”, este artículo tiene como objetivo que los plazos y los costos de ejecución sean más competitivos. La investigación, plantea una metodología denominada construcción vertical que consiste en la división del área de construcción en franjas para luego ejecutarlas desde el primer nivel hasta el último nivel sin la necesidad de completar ninguno de los niveles horizontales. Llegaron a la conclusión que, se logra reducir el plazo final del proyecto y que se adelanta la entrega de las áreas del proyecto y que, si bien se requiere de mayor personal en la dirección de las especialidades de ingeniería, de instalaciones y de

acabados desde el inicio de la obra, el costo final del proyecto no se ve afectado.

2.1.1.2 (Brufau Niubó, y otros, 2016), realizaron la investigación que tiene como título: “Edificio Caixa Forum en Zaragoza”. Este artículo, tiene como objetivo describir la variedad de soluciones estructurales que requirió la construcción. Su metodología permitió la obtención de resultados innovadores sobre el procedimiento de construcción que inicialmente planteaba algunas dificultades. Concluye que, los voladizos y aligeramientos de los muros no permitían emplear encofrados convencionales como sí ocurría en el pilar fusiforme. Se analizaron los medios auxiliares, especialmente las cimbras, como estructuras importantes que requirieron de un proyecto y de un procedimiento de calidad específica, así como una adecuada planificación para concluir la estructura en plazos muy razonables y seguros.

En toda obra de edificación abordar el proyecto, su desarrollo y construcción con un equipo multidisciplinar que resolviese todos los aspectos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones era imprescindible, consiguiendo que en el edificio se fusione con éxito el diseño y la funcionalidad.

2.1.1.3 (Ayala Carabajo, y otros, 2010), realizaron la investigación que tiene como título: “Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la construcción”. El artículo, tiene como objetivo describir el tipo y las características de los materiales que se utilizan en la actualidad como encofrado para el sector construcción. La investigación, se basa principalmente en dar explicación sobre el uso de la madera como material para el encofrado mencionando los tipos de cargas, la clasificación de los encofrados y los elementos comunes de utilización. Se concluye que, en la actualidad se pueden realizar diversos acabados en formas y molduras porque existen ventajas en materiales como la madera, y del mismo modo si partimos del rubro económico, factor muy importante, el encofrado cuesta entre 25% y 40% del costo

total de la estructura, motivo por el cual se debería de mejorar el factor de usos en la selección del tipo de encofrado requerido en la obra.

2.1.2 ANTECEDENTES ENCONTRADOS EN TESIS

2.1.2.1 (Gordillo Moreno, y otros, 2014), realizaron la tesis titulada: “Comparación entre el sistema convencional de encofrado y las plataformas intermedias de trabajo, caso: Estación presbítero maestro” para la Universidad San Martín de Porres. El estudio, tiene como objetivo general investigar el uso alternativo de encofrados que no limiten la actividad productiva, como solución en la reducción de tiempos de ejecución en obras civiles. Sus principales conclusiones son:

- Las plataformas intermedias de trabajo reducen notablemente el tiempo de ejecución del proyecto, como se observa en el planeamiento, el tiempo se reduce en cinco semanas, ésta reducción de tiempo no solamente es favorable para el contratista sino también para el cliente; en el caso del contratista puede empezar antes con las actividades en los acabados y con ello terminar el proyecto antes del plazo establecido, teniendo disponibilidad para empezar otro proyecto; por otro lado para el cliente, en el caso del metro de Lima, puede empezar la marcha blanca o el recorrido de prueba antes de lo previsto, según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), el promedio de usuarios diariamente es de 220,000 pasajeros, lo que significaría que las cinco semanas que fueron ahorradas en el plazo de ejecución, se transportaría a una gran cantidad de personas.
- Las plataformas intermedias de trabajo, al reducir el tiempo de ejecución de la estructura del proyecto, disminuyen las horas hombre, por la posibilidad de trabajar en dos niveles de forma simultánea.

- Analizando el costo en materiales, las plataformas intermedias de trabajo tienen un incremento en el costo en comparación al sistema convencional, ocasionado por la cantidad de elementos que se requieren para el armado. Además, el montaje requiere la utilización de equipos para el izaje y la colocación.

2.1.2.2 (Pinao Elera, 2011) Realizo la tesis titulada “Aplicación de encofrados deslizantes en estructuras verticales” para la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú. El estudio tiene como objetivo general estudiar la aplicación de los encofrados deslizantes a estructuras verticales, analizando sus ventajas y desventajas frente a sistemas de encofrados convencionales y evaluando su aporte a la construcción en cuanto a la calidad de las obras, aumento de la productividad y reducción de costos. Sus principales conclusiones son:

- La altura mínima a partir de cual resulta rentable construir estructuras celulares tipo silos, chimeneas y/o reservorios de agua elevados comparando la aplicación de los encofrados deslizantes frente a los encofrados metálicos es de 11-13m. Sin embargo, para que se aprecie una mayor economía en los costos, para que se pueda obtener un mayor beneficio de las ventajas que ofrece el método y se obtenga una reducción de los tiempos de ejecución, se recomienda aplicar el método de los encofrados deslizantes a estructuras mayores a los 15 m de altura.
- Se recomienda aplicar los encofrados deslizantes a la construcción de edificios multifamiliares de más de siete plantas, cuya estructura está constituida por placas de concreto armado de 15 cm de espesor y cuya sección en planta sea uniforme en la altura, teniendo en cuenta las consideraciones que se han indicado.
- En general se recomienda la aplicación de los encofrados deslizantes a estructuras elevadas, que presenten una sección en planta uniforme en el desarrollo de su altura, para así se pueda

obtener un mayor beneficio de las ventajas que ofrece el método. Lo cual se refleja principalmente en una mayor productividad, una economía en los costos y una mejor calidad de las obras.

- El éxito y la calidad de una obra depende mucho de la manera como ha sido organizada la ejecución de los trabajos y de una buena logística. Esto se refleja más en las obras ejecutadas con encofrados deslizantes, que representan una cadena tecnológica completa que involucra varias operaciones realizadas en simultáneo. Para lo cual se debe realizar un correcto control de calidad a lo largo del todo el proceso, teniendo presente las consideraciones que se han detallado, y se debe contar con un personal técnico y obrero especializado en este tipo de trabajos.

2.1.2.3 (Oribe Alva, 2014), realizó la tesis titulada: “Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima” para la Universidad Privada Antenor Orrego. El estudio, tiene como objetivo general el investigar que tan costoso y eficiente resulta el empleo de encofrados metálicos con referencia a los convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima. Sus principales conclusiones son:

- Los encofrados metálicos son más costosos que los encofrados de madera, pero son más rentables a largo plazo porque se pueden reutilizar una cantidad de veces mayor a diferencia de los encofrados de madera.
- El encofrado tradicional de madera implica un alto costo en la construcción si es que durante el proceso tiene que ser remplazado varias veces, y su reemplazo no puede ser mayor a diez veces porque el material termina dañándose.
- Los encofrados de madera generan mayor cantidad de desechos porque la madera es más frágil y sensible frente a las herramientas que se utilizan en el desencofrado.

- Los encofrados metálicos presentan mayor rendimiento que los encofrados tradicionales.

2.1.2.4 (Ayala Carabajo, y otros, 2010), realizó la tesis titulada: “Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la construcción” para la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Sus principales conclusiones son:

- Los encofrados son estructuras provisionales que pueden estar fabricados con un material que pueda moldear y soportar al elemento estructural hasta que se logre la resistencia necesaria para soportar su peso propio.
- Otro factor importante es la economía, el costo de los encofrados oscila entre el 25% y 40% del costo total de la estructura.
- Por otro lado, es evidente que el número de utilizations terminan siendo factor decisivo en el momento de la selección del tipo de encofrado que se utilizará según requerimientos de la obra en construcción para evitar incrementos en los costos.
- El plazo de retiro de los fondos y el apuntalamiento depende de la evolución del endurecimiento del hormigón y, por consiguiente, del tipo de cemento y de la temperatura ambiente.
- Los encofrados tanto para las personas, como para el concreto deben soportar las cargas vivas y muertas, sin que se produzcan deformaciones o el colapso.

2.1.2.5 (Vintimilla Corral, 2012), realizó la tesis titulada: “La influencia de los encofrados deslizantes en la construcción de las torres de un puente” para la Universidad Técnica de Ambato. El estudio, tiene como objetivo analizar la influencia de los encofrados deslizantes en la construcción de la torre de un puente. Sus principales conclusiones son:

- No existe una solución general para elegir cual encofrado es mejor, para cada proyecto de forma especial y particular se debe de realizar un análisis para determinar qué encofrado usar.
- El encofrado deslizante es un sistema que se eleva de forma continua en todo el conjunto, realizando las labores de puesta en obra de los materiales de forma continua, de la tal manera que se emplean capas de hormigón de 20 a 30 *cm*, con períodos que van entre capas de una a dos horas junto a hormigones que son estudiados para aplicar una velocidad de fraguado que va entre cuatro y seis horas.
- Desde el punto de vista de la calidad de las terminaciones en hormigón, los encofrados trepantes y auto trepantes destacan sobre el resto, ya que generan hormigones que no requieren trabajos en terminaciones.
- Los encofrados tradicionales deben de ser apilados en la obra, por lo que son maltratados y esto se ve reflejado en la superficie de su tablero, generándose superficies con irregularidades de hormigón. En cuanto a los encofrados deslizantes, al presentar procesos continuos, logran una terminación con huellas que son generadas por la potencia en el arrastre del molde, las que pueden ser mejoradas con un hormigón más fluido.
- Un sistema de encofrado auto trepante es más caro que uno tradicional, hay un punto importante que se debe de considerar cuando se tenga que escoger alguno si se trata de una construcción de gran altura (más de 200 *m*), la cual es: seguridad. Las consolas de trabajo del encofrado auto trepante poseen plataformas que tienen elementos de seguridad incorporados para poder trabajar en la altura. Por otro lado, si un obrero trabaja a gran altura con un encofrado tradicional convencional, es evidente que las condiciones de seguridad van a disminuir.

- Gracias a la velocidad de construcción, se logran disminuir plazos de ejecución en la obra, reduciendo el costo financiero del proyecto y generando beneficios de forma anticipada.

2.1.2.6 (Nuñez Machuca, y otros, 2013), realizaron la tesis titulada: “Propuesta de mejora en el proceso de encofrado para disminuir los trabajos de rectificación de muros y losas en departamentos de viviendas masivas de la empresa” para la Universidad Peruana de ciencias Aplicadas. El estudio, tiene como objetivo general realizar un diagnóstico de la situación actual del acabado del concreto en muros y losas de un proyecto de viviendas masivas y realizar una propuesta de mejora en el proceso de encofrado de muros y losas aplicando herramientas de control de calidad. Sus principales conclusiones son:

- La propuesta consiste en un mejor control del proceso de encofrado, entendiéndose que el proceso va más allá de encofrar y desencofrar los elementos estructurales del proyecto. Se determinaron las revisiones a los planos de especialistas de estructuras: la elección del proveedor, la modulación de la envolvente, el análisis de la entrega del encofrado en obra, el control que se debe de llevar en una obra y por último la entrega de los equipos de encofrados de regreso a los proveedores de EFCO. Entendiéndose que, el análisis realizado le dará valor al producto y se verá reflejado en los márgenes positivos de los resultados operativos del proyecto.
- Se formalizaron las actividades a ejecutar para realizar el trabajo de encofrar y desencofrar, acordes a los parámetros del PMBOK y el ISO 9000-I. Se realizaron los paquetes de procesos y se propusieron mejoras en los procesos realizando los controles correspondientes para obtener los resultados deseados en las revisiones de los entregables, muros, losas y concreto.
- Al analizar las actividades de control en el encofrado, desde el análisis de los planos de especialista hasta la devolución de los

materiales al proveedor, se detecta que el proceso carece de actividades claves para la obtención de un acabado de concreto dentro de las tolerancias de calidad, que han sido determinadas por el área competente.

2.1.2.7 (Loja suconata, 2015), realizó la tesis titulada: “Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de cuenca” para la Universidad De Cuenca. El estudio, tiene como objetivo general dar a conocer en sus características y parámetros fundamentales a las principales tecnologías constructivas de edificaciones de Hormigón Armado y Hormigón Pretensado aplicadas en la Ciudad de Cuenca. Sus principales conclusiones son:

- En la ciudad de cuenca, se construyen generalmente edificaciones con métodos tradicionales, de albañilería y colocación de hormigón, se utilizaron encofrados de madera y puntales elaborados artesanalmente. El principal campo de aplicación de esta modalidad constructiva se da en las parroquias rurales de la ciudad y en edificaciones de poca envergadura como viviendas aisladas, del orden de una o de dos plantas.
- Para construcciones de mayor magnitud, del orden de cuatro o más plantas, se emplean los sistemas de encofrados, sean metálicos, de madera contrachapada con láminas de metal u otros. Estos tipos de encofrados ahorran tiempo en la ejecución de las obras y también ahorran inversiones económicas, en comparación con encofrados contruidos y montados artesanalmente. Se destaca que la mayoría de profesionales y técnicos de la construcción tienen amplia práctica y experiencia en la construcción tradicional, independientemente del tipo de encofrado que utilizan.
- En el año 2014, se entregaron más de 1 500 permisos de construcción en la ciudad de cuenca, de los cuales aproximadamente el 80% han sido ejecutados por métodos tradicionales con encofrados artesanales. De forma aproximada,

sólo el 20% de las edificaciones se han construido con la aplicación de sistemas de encofrados, de diferentes tipos y no siempre a totalidad de la construcción, predominando su uso en losas de entrepiso y techo. En este aspecto, se destaca que para la construcción de los elementos verticales o muros predomina la albañilería y para los entrepisos y techos se destaca el hormigón armado, que son los que requieren de encofrados.

- La tecnología de la construcción con elementos prefabricados tiene antecedentes y resultados de su aplicación en diferentes partes del mundo. En la ciudad de Cuenca, se estima que su aplicación no sobrepasa el 2% de las construcciones realizadas con las licencias del año 2014, antes referida. Se interpreta que esta situación en el desarrollo tecnológico de la construcción es producto, tanto por factores subjetivos de la resistencia al cambio sobre formas tradicionales utilizadas, como por aspectos económicos dada la gran inversión que implicaría la adquisición de herramientas y equipos tecnológicos. En este sentido se debe de tener en cuenta que, el personal técnico y profesional de la construcción no está capacitado en nuevas tecnologías como, por ejemplo: la prefabricación, que en nivel superior debe de hacerse sobre Sistemas Constructivos y no aplicativos de elementos aislados.
- Una característica común entre los profesionales que han empleado elementos prefabricados en construcciones en la ciudad de Cuenca consiste en que, los conocimientos teóricos necesarios lo han adquirido en otros países, incluso también la experiencia de su aplicación.

2.1.2.8 (Besomi Molina, 2009), realizó la tesis titulada: “Comparación técnica y económica entre moldajes auto trepantes y otros tipos de moldajes especializados para su uso en construcción de edificios” para la Universidad De Chile. El estudio tiene como objetivo general

investigar el uso de un tipo de moldaje, poco usado en ese país, como una solución técnica para acelerar los trabajos de construcción en edificios de hormigón armado. Sus principales conclusiones son:

- La tecnificación en el rubro de la construcción ha crecido notablemente en las últimas décadas. El mercado se hace cada vez más competitivo y exigente, centrando eje en: calidad, seguridad y disminución de los plazos de la construcción. Es por ello que, se incorporan sistemas cada vez más sofisticados que son llevados a Chile por grandes empresas internacionales de encofrados. Las técnicas sugeridas permiten realizar los trabajos en menor tiempo y mejorar la calidad de los hormigones en cuanto a su acabado superficial. Lo que disminuye los costos de terminaciones futuras.
- Para la construcción de elementos verticales en edificios, existen distintos métodos o secuencias constructivas, donde destacan moldajes tradicionales industrializados, trepantes, auto trepantes, y deslizantes. Cada vez mayor sofisticación llevada a Chile por grandes empresas internacionales de encofrados. Las técnicas que se proponen, realizan los trabajos de los hormigones en menor tiempo y en mayor calidad referido a su acabado superficial. Disminuyendo también costos de terminaciones futuras.
- Para la construcción de elementos verticales en edificios, existen distintos métodos o secuencias constructivas, donde destacan moldajes tradicionales industrializados, trepantes, autos trepantes y deslizantes. Cada uno de ellos, puede ser utilizado en la mayoría de estructuras construidas en Chile. Sin embargo, debido a la técnica y a la economía, existen limitaciones para cada sistema.
- Para construcciones verticales, que posean un cambio de sección continua o singular de magnitud importante en la altura, no conviene la utilización de moldajes deslizantes, ya que realizar un cambio en el espesor es difícil y costoso porque existen la

necesidad de cambiar moldes a unas a otras dimensiones. Sólo se podrían realizar cambios discretos en los espesores. En cambio, para los otros sistemas estudiados, el mismo molde puede tomar distintas posiciones que se requieran, entregando una solución más sencilla y económica. Por otra parte, si no existiesen cambios de espesor en la altura, los encofrados deslizantes son una buena alternativa, porque permiten: mayores economías en moldes y la construcción de la estructura se realiza en un tiempo menor a otros sistemas y adicional a ello presenta una resistencia estructural porque tiene juntas frías.

- Desde el punto de vista de la calidad, las terminaciones en hormigón, moldajes trepantes y auto trepantes destacan sobre las demás porque generan hormigones que no necesitan trabajos en terminaciones. El hecho que los moldajes descansen sobre plataformas y que su cimbre y descimbre se realice en forma mecánica y no manual, ayuda a lograr esta calidad. Por su parte, los encofrados tradicionales deben ser apilados en la obra y sufren un maltrato que se ve reflejado en la superficie de su tablero, generando así superficies irregulares de hormigón. En cuanto a los moldajes deslizantes, al ser un proceso continuo, se logra una terminación con huellas generadas por el potencial arrastre del molde, esto se podría mejorar con la utilización de un hormigón más fluido. Además, por la conicidad del molde y por las variaciones de temperatura entre el día y la noche, se generan como consecuencia ondulaciones en el muro.
- Finalmente, se concluye en que el sistema auto trepante es una solución técnica que permite acelerar los trabajos de construcción de elementos verticales de hormigón armado manteniendo un alto estándar de calidad y un alto nivel de seguridad sin embargo, los valores obtenidos no difieren mucho de un sistema a otro, excepto el deslizante que es claramente más económico, por lo tanto no se admite discusión sobre que los tradicionales y los trepantes son

más económicos que los auto trepantes, porque las diferencias que se presenten en las estimaciones de cálculo podrían invertir la situación.

2.1.2.9 (Cáceres Gutiérrez, 2005), realizó la tesis titulada: “Administración de moldajes en obras de edificación” para la Universidad Austral De Chile. El estudio, tiene como objetivo general proporcionar a futuros profesionales, antecedentes necesarios para considerar una adecuada administración del recurso moldaje, como un factor determinante para la obtención de resultados óptimos para la obra civil en faenas de edificación, incentivando el uso de la tecnología, desarrollo, aplicación de materiales nuevos y la rigurosidad en el manejo de la información. Sus principales conclusiones son:

- Si bien es cierto, las nuevas tecnologías en moldajes modulares entregan una gran cantidad de ventajas, como: reducción de costos por eliminación del proceso de estucos, recuperabilidad absoluta de sus elementos y aumento considerable de la resistencia a las presiones de hormigonado. Estas características se ven minimizadas ante la inadecuada manipulación e incumplimiento de la secuencia del trabajo establecido, lo último debiéndose a la omisión en terreno de las normas para el cuidado del equipo y a la acumulación de moldaje sub-utilizado en las áreas de trabajo.
- Uno de los mayores problemas en el terreno, consiste en la sobreutilización de piezas de moldaje en todos los elementos ejecutados, aumentando la cantidad óptima de piezas por m^2 para las características del elemento y aumentando las condiciones de hormigonado. El uso de aplomes, elementos de rigidización y apoyos innecesarios, se vio disminuido a partir de la utilización del plano de diseño, logrando una disminución en los costos al incrementar la eficiencia del moldaje.

- El seguimiento periódico de los índices estadísticos de factor de producción y los usos críticos exigidos al moldaje, aseguraron un oportuno replanteamiento de las prioridades, obteniendo así niveles de eficiencia y eficacia exigidos a la mano de obra y al equipo.

2.1.3 OTROS ANTECEDENTES

- 2.1.3.1 (Gamarra, 2016), realizó una publicación en un artículo titulado: “Novedosos sistemas de encofrado en la construcción del edificio ICHMA”, donde menciona dos sistemas de encofrados utilizados en el proyecto, en elementos verticales se utilizó el sistema auto trepante y en elementos horizontales el sistema CC4, ambos de la compañía ULMA. Describe que, ambos sistemas son ligeros, rápidos y eficaces favoreciendo en la obtención de tiempos reducidos de montaje y desmontaje con altos estándares de seguridad; se refirió a que el sistema CC4: *“Nos ayuda a desencofrar y dejar apuntaladas las losas a porcentajes por nivel. Digamos que el nivel 5 tiene que estar apuntalado al 100 %, los niveles 4 y 3 al 50 %, el nivel 2 en un 25 %, y el nivel 1 ya no tiene puntales”*, *“Su versatilidad excelente ayuda a ahorrar mano de obra porque en su armado y desarmado se emplea menos gente”*. Del mismo modo refirió que, el sistema auto trepante ATR realiza el trepado mediante la sucesiva elevación del mástil y del conjunto consola – encofrado evitando así el uso de mecanismos hidráulicos y mecánicos como las grúas. Concluye afirmando que, la utilización de ambos sistemas nos permite contar con un balance notable de recursos y también lograr dar inicio con las partidas sucesoras antes de tiempo.
- 2.1.3.2 (Doka, 2017), realizó una publicación en un artículo titulado: “*Doka – Encofrado Dokaflex*”, donde menciona que *Dokaflex* es un sistema manual rápido y flexible para losas y vigas convirtiéndose en un

sistema rentable y optimizado, también detallan que cuentan con las mesas *Dokaflex* y *Dokamatic* los que cuentan con una innovadora estructura que proporciona un encofrado rápido para grandes superficies de losas; con el sistema *Dokart* plus una sola persona realiza el desplazamiento horizontal hasta la siguiente etapa evitando el uso de grúas. Concluye que, estos sistemas de encofrados ayudan a disminuir el tiempo y el costo de mano de obra en los proyectos y proporciona a la vez una gran seguridad.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL OPEN PLAZA HUANCAYO

2.2.1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- Propietario: Open Plaza
- Ubicación: Entre Av. Ferrocarril, Av. Prolg. San Carlos y Jr. Amazonas en el distrito y provincia de Huancayo departamento de Junín.



- Costo del proyecto: 124´168,781.30 sin IGV
- Plazo de ejecución: 342 días calendarios

- Penalidades: Por cada día o fracción que dure el incumplimiento de entrega de cada uno o más de los hitos parciales previstos en la tabla N° 02 Hitos de obra, se aplicará la penalidad de la utilidad entre 20 y por cada día o fracción que dure el incumplimiento de entrega del hito de término se aplicará una penalidad de la utilidad entre 20.

DESCRIPCIÓN DE LOS HITOS	FECHA DE ENTREGA
Hito 1: Inicio de obra.	24-jul-15
Hito 2: Entrega de cisterna, cámaras de bombeo y pozos sumideros.	12-dic-15
Hito 3: Entrega de pozos y cuarto de máquinas de ascensores y montacargas, rampas y escaleras de sótano.	11-mar-16
Hito 4: Entrega de la caja de tienda de mejoramiento del hogar.	01-mar-16
Hito 5: Entrega de estacionamientos (sótanos).	01-mar-16
Hito 6: Entrega de cuartos técnicos terminados (sótanos y 1er piso).	31-mar-16
Hito 7: Entrega de pozos y cuarto de máquinas de ascensores y montacargas, rampas y escaleras de superestructuras.	11-mar-16
Hito 8: Entrega de la caja de supermercado.	31-mar-16
Hito 9: Entrega de la caja de tienda departamental.	31-mar-16
Hito 10: Entrega de la caja de locales comerciales (1er nivel).	31-mar-16
Hito 11: Entrega de cuartos técnicos terminados (2do nivel y azotea).	30-abr-16
Hito 12: Entrega de centro comercial techado, cerrado lateralmente e impermeabilizado con sistema de drenaje pluvial operativo.	29-jun-16
Hito 13: Entrega de sótanos y primer nivel (operativo, incl. terminaciones).	29-jun-16
Hito 14: Entrega de la caja de locales comerciales (2do nivel).	30-abr-16
Hito 15: Entrega de locales de patio de comidas (FOODCOURT).	10-may-16
Hito 16: Entrega de fachadas.	29-jun-16
Hito 17: Entrega de segundo nivel, arreas técnicas.	29-jun-16
Hito 18: Entrega de la caja de cines.	20-may-16
Hito 19: Entrega de estacionamientos azotea.	29-jun-16
Hito 20: Entrega de centro comercial operativo (INDECI).	09-jun-16
Hito 21: Fin de obra.	29-jun-16

Tabla N° 2: Hitos de obra

Fuente: Empresa Contratista

2.2.1.2. PLANTEAMIENTO GENERAL

2.2.1.2.1 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El proyecto del Centro Comercial Open Plaza Huancayo cuenta con un área de 30,101.86 m², 6 pisos y una altura máxima de 20 m. aproximadamente. Del mismo modo, presenta cuatro ingresos peatonales siendo principal el de Av. Ferrocarril que permite el acceso al primer nivel; el segundo ingreso se encuentra en la intersección de Av. Ferrocarril y Prolongación San Carlos que permite el acceso al primero, segundo y tercer nivel; el tercer ingreso se ubica en Prolongación San Carlos desembocando en la galería principal y el cuarto ingreso es por Jr. Amazonas accediendo a la tienda departamental. A continuación, se describe cada piso del centro comercial por ambientes:

- El sótano 05 (NPT -19.00) está compuesto por los ambientes destinados a la cisterna, al cuarto de bombas y a las oficinas OPEN.
- El sótano 04 (NPT -13.10) está destinado para las cisternas, la sala técnica y los depósitos.
- El sótano 03 (NPT -9.30) está destinado para el ingreso vehicular, para los estacionamientos y para una tienda Ancla (SODIMAC).

(Plano N° 1: Arquitectura Sótano 03)

- El sótano 02 (NPT – 6.20 / -5.00) destinado para los estacionamientos a los que se accede por la rampa vehicular y para las escaleras que conectan con *hall's* de ascensores y rampas mecánicas.

(Plano N° 2: Arquitectura Sótano 02)

- El sótano 01 (NPT -3.10 / -4.65) destinado para la zona de altillos de la tienda ancla (SODIMAC, TOTTUS) y para los pasillos de evacuación.
(Plano N° 3: Arquitectura Sótano 01)
- El primer nivel (NPT 0.00) cuenta con tres ingresos peatonales desde el exterior, dos tiendas por departamentos, un supermercado, unos locales comerciales y una zona financiera.
(Plano N° 4: Arquitectura Primer nivel)
- El segundo nivel (NPT 6.30) cuenta con dos tiendas por departamento, ingreso a los cines, restaurantes, patio de comidas y locales comerciales.
(Plano N° 5: Arquitectura segundo nivel)
- El tercer nivel (NPT 12.60) cuenta con salas de cines, equipos técnicos y estacionamientos.

2.2.1.2.2 DISEÑO ESTRUCTURAL

- Materiales considerados.
(Plano N° 6: Especificaciones técnicas)

Concreto y acero corrugado	
Descripción	Elemento
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	Columnas.
$f'c = 280 \text{ kg /cm}^2$	Muros y vigas de cimentación, columnas.
$f'c = 245 \text{ kg /cm}^2$	Vigas, losas y escaleras.
$Fy = 4200 \text{ kg /cm}^2$	Acero corrugado.

Tabla N° 3: Diseño estructural – Materiales considerados

Fuente: Empresa contratista

- Peso específico:

Descripción	Peso específico
Concreto simple	2300 kg/m ³
Concreto armado	2400 kg /m ³
Terreno	1800 kg /m ³

Tabla N° 4: Diseño estructural – Pesos específicos.

Fuente: Empresa contratista

- Parámetros del terreno

Descripción	Parámetros del terreno
Capacidad admisible	1.10 kg /cm ² (Zapatas cuadradas).
	0.90 kg /cm ² (Cimiento corrido).
Profundidad de cimentación	1.50 m por debajo del nivel de piso. Para zapatas principales aisladas de forma mínima hasta alcanzar el estrato de grava.

Tabla N° 5: Diseño estructuras – Parámetros del terreno

Fuente: Empresa contratista

- Parámetros sismo resistentes

Descripción	Parámetros sismo resistentes
Factor de zona	0.3 (Ciudad de Huancayo).
Factor de uso	1.3 (Edificaciones esenciales).
Factor de suelo	1.2 (Suelos intermedios).
Factor de reducción	6 (Muros de concreto armado).

	8 (Pórticos de concreto armado).
Periodo de suelo TP	0.6 (Suelos intermedios).

Tabla N° 6: Diseño estructural – Parámetros sismo resistentes

Fuente: Empresa contratista

- Sobrecargas

Descripción	Sobrecargas
Zona de galerías	500 kg /m ²
Sala de ventas Tottus	800 kg /m ²
Zona de subestaciones	1500 kg /m ²
Zona de cines	100 kg /m ²
Cobertura metálica	30 kg /m ²

Tabla N° 7: Diseño estructural – Sobrecargas

Fuente: Empresa contratista

2.2.1.2.3 SECTORIZACIÓN

El centro comercial se encuentra sectorizado en cuatro zonas, de acuerdo a la ubicación de las juntas para mantener esta funcionalidad.

(Plano N° 7: Sectorización)

DESCRIPCIÓN	EJES
SECTOR I	Entre ejes A y LL.
SECTOR II	Entre Ejes LL y R.
SECTOR III	Entre ejes R y.
SECTOR IV	Entre ejes A1 y N1.

Tabla N° 8: Sectorización del terreno

Fuente: Propia

Nota: El cliente decidió de dejar de lado el sector IV por no tener ingeniería definida motivo por el cual no fue incluida en la propuesta contractual, sin embargo, luego se regularizó la construcción de esta zona mediante una adenda.

2.2.1.2.4 FRENTE DE TRABAJO

El proyecto cuenta con un área total de 30,101.86 m² procediéndose a trabajar en seis frentes constituidos con las áreas establecidas en el cuadro.

(Plano N° 8: Frentes de trabajo)

DESCRIPCIÓN	ÁREA (m²)
Frente 01	4,396.03
Frente 02	5,231.79
Frente 03	3,978.01
Frente 04	3,137.08
Frente 05	1,909.06
Frente 06	4,208.77
TOTAL	30,101.86

Tabla N° 9: Frentes de trabajo

Fuente: Propia

2.2.1.2.5 FRANJAS DE TRABAJO

El proyecto consideró trabajar en franjas porque en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo las partidas consideradas son riesgosas para la entrega de

los hitos que son fachadas y estructuras metálicas del corredor central de las galerías por los detalles que presentan estas estructuras, por este motivo se consideró trabajar de manera vertical la construcción dividiendo frentes de trabajo en franjas, considerando iniciar con el armado de estructuras de forma general desde afuera hacia dentro por lo que se necesitó trabajar con sistemas de encofrados con desplazamiento horizontal.

En la investigación, se trabaja de muestra frentes de trabajo 02,05 y 06 que presentan las mismas características y explican mejor el sistema desarrollado porque al encontrarse en Prolongación San Carlos se tienen partidas antes mencionadas, el frente 05 presenta variación de área, abarca una de las áreas del Frente 01.

(Plano N° 9: Franjas de trabajo Frente 02)

(Plano N° 10: Franjas de trabajo Frente 06)

(Plano N° 11: Franjas de trabajo Frente 05)

DESCRIPCIÓN	ÁREA (m²)
Frente 02	5,231.79
Frente 05	2596.64
Frente 06	4,208.77
TOTAL	12,037.20

Tabla N° 10: Franjas de trabajo.

Fuente: Propia

2.2.1.3 GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL CENTRO COMERCIAL OPEN PLAZA HUANCAYO

2.2.1.3.1. ORIGEN Y DEFINICIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN

- (Pons Achell, 2014), en el año 1973 surgió la crisis por el petróleo afectando a gobiernos, negocios y la sociedad; fue en el año 1974 en la que la economía japonesa colapsó mientras que la empresa Toyota consiguió ingresos superiores a otras empresas y al estudiar por qué el resultado reveló que las empresas japonesas desarrollaron un sistema productivo superior capaz de fabricar con mayor calidad, menor costo y mejor plazo de entrega. Finalmente, se visualizó al conjunto de técnicas de producción japonesa desde un punto de vista académico como empresarial como *Lean Production* (Producción Ajustada) acuñado por John Krafcik a finales de los 80's.

En 1992, el finlandés Lauri Koskela estableció fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción en su documento: "Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción", el que fue un hito clave en el desarrollo de la corriente de investigación donde se unen conceptos del sistema de producción Toyota y de la filosofía *Lean* en la industria de la construcción.

- (Pons Achell, 2014), define a *Lean Production* como un sistema de negocio desarrollado por Toyota para organizar y gestionar el desarrollo de sus productos,

operaciones y relaciones con los clientes y proveedores requiriéndose menor esfuerzo humano, de espacio, de capital y de tiempo en la fabricación de sus productos. El uso del término *Lean* se refiere a que, el sistema utiliza menores recursos en comparación con la producción en masa.

2.2.1.3.2. PRINCIPIO LEAN

(Pons Achell, 2014), en el año 1996 Womack y Jones definieron cinco principios básicos para el pensamiento *Lean* descritos a continuación:

- Valor: Es el punto de partida del pensamiento Lean preocupado por crear valor para el cliente lo que implica comprender necesidades. Se pueden identificar dos tipos de clientes: el externo que definirá el valor del producto o servicio que generalmente será el usuario o consumidor y el cliente interno que está dentro del flujo de valor.
- Value Stream o cadena de valor: Consiste en identificar la cadena de valor que abarca a todas las actividades necesarias para la transformación de materiales e información de un producto y entregárselo al cliente aportando valor en toda la cadena desde la actividad de inicio hasta la actividad de fin contrario el enfoque tradicional, este focaliza mejora en tareas individuales en lugar de mejorar el flujo de valor.
- Flujo: Sobre la fluidez de las operaciones creadoras de valor, identificando y eliminando actividades que no añaden valor creando un flujo continuo.

- Sistema Pull: Componente fundamental del *Just in Time* y que elimina el exceso de inventarios y sobreproducción, logrando solamente la producción de la demanda real del cliente.
- Perfección: Definida como un proceso que proporciona valor puro utilizando tres herramientas: el Kaizen o mejora continua, la estandarización de procesos y un plan de acción.

2.2.1.3.3. LEAN CONSTRUCTION

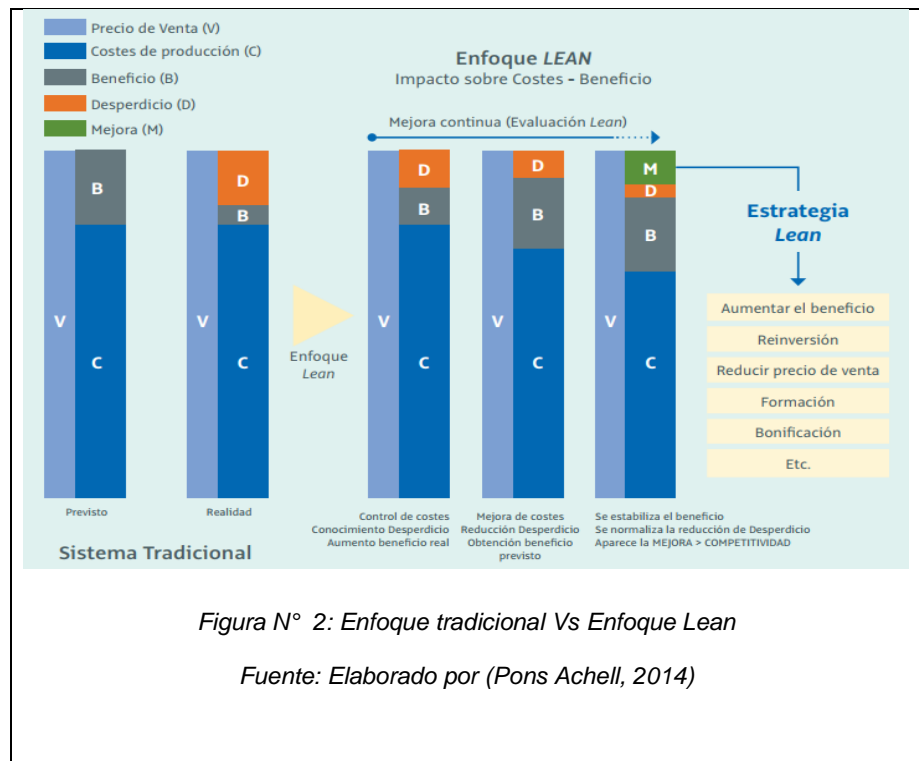
2.2.1.3.3.1 ORIGEN Y DEFINICIÓN LEAN CONSTRUCTION

(Pons Achell, 2014), refiere a que el finlandés Lauri Koskela redactó un documento: “Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción”, donde estableció un nuevo sistema de producción aplicado a la construcción, este documento fue un hito importante en el desarrollo de una corriente de investigación del sistema *Lean* en la construcción.

Lean Construction, es una filosofía de trabajo conocida como construcción sin pérdidas que busca la excelencia en las empresas por lo que sus principios y herramientas son aplicados en todo el ciclo de vida de un proyecto buscando la mejora continua de minimizar o eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor al cliente obteniendo menores costos y plazos de ejecución.

2.2.1.3.3.2 LA CONSTRUCCIÓN SEGÚN EL ENFOQUE LEAN

(Pons Achell, 2014), el sistema según el enfoque *Lean* donde todos los agentes involucrados trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar las actividades que no añaden valor considerando los intereses generales y no los particulares.



2.2.1.3.3.3 TARGET COSTING O COSTO OBJETIVO

Las empresas con el modelo de gestión tradicional dirigen su negocio en costos y beneficios, mientras que las empresas *Lean*

fijan su punto de atención en el valor que puedan crear para el cliente y beneficiarlo en la cadena de valor. “*Target costing*” trabaja estrechamente con los clientes comprendiendo sus necesidades y buscando la forma de crearle más valor, eliminando desperdicios y aumentando la productividad.

2.2.1.3.3.4 INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

IPD es un enfoque de ejecución de proyectos que integra personas, sistemas estructurales y prácticas empresariales aprovechando colaborativamente el talento y punto de vista de todos los participantes para optimizar los resultados, este enfoque se basa en la colaboración y en la confianza por lo que todas las partes se centran en los resultados del proyecto y no en las metas individuales, siguiendo los principios del IPD descritos a continuación:

- El respeto mutuo y la confianza.
- Beneficio mutuo y recompensa.
- Innovación colaborativa y toma de decisiones.
- La participación temprana de los participantes claves.
- Definición temprana de los objetivos.
- Planificación intensificada.
- Comunicación abierta.
- Tecnología apropiada.
- Organización y liderazgo.

2.2.1.3.3.5 LAST PLANNER SYSTEM O SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR

La gestión tradicional, se centra en el método del camino crítico y se focaliza en optimizar tiempo y costo para completar las actividades individualmente, pero las medidas adoptadas en la mejora de la productividad en su mayoría no mantienen el flujo continuo e incrementan el costo, el plazo y el riesgo.

El ultimo planificador, es un método de control de producción y se basa en el compromiso que con el enfoque en general de todo el proyecto debe de crear un sistema que garantice que cada semana el personal esté cumpliendo sus compromisos, eliminando así planes de contingencia, exceso de inventarios y actividades sin mejoras en el valor.

Componentes de Last Planner System:

- Plan Maestro: Cuando ya se tiene el plan completo se desarrolla la planificación por fases que esencialmente es el sistema de producción para la entrega del proyecto y utiliza la herramienta: *look ahead plan* (LAP) que permite al equipo anticiparse y obtener lo que se necesita.
- Planificación anticipada: Los planificadores deben estar seguros que las restricciones

se deben de eliminar a tiempo, caso contrario no pueden programar la actividad.

- Compromiso con planificación: Los compromisos se miden con el porcentaje del plan completado (PPC), indicador que informa el rendimiento de la ejecución del proyecto e identifica lecciones de mejora.
- Aprendizaje: Semanalmente se revisa el plan de trabajo para determinar si se culminaron las actividades programadas, si no se mantiene el compromiso se analiza la causa raíz y se implementan acciones correctivas

2.2.2 ENCOFRADOS

2.2.2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LOS ENCOFRADOS

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): El encofrado es un molde que tiene por objetivo contener la armadura y el concreto durante el proceso de fraguado, ligado al uso del concreto a lo largo de la historia.

Al situarnos en la época Romana y Medieval, contexto bastante antiguo, el uso y la construcción del encofrado data del año 3 000 A.C. en la antigua civilización egipcia quienes utilizaban el yeso calcinado como material de relleno y aporte en el acabado a las construcciones. Así mismo, los griegos lo utilizaron a pequeña escala y en usos cotidianos creando vasijas, cuencos y adornos usándolos como moldes.

Los arquitectos romanos construyeron las primeras estructuras de concreto en masa por lo que serían considerados como propulsores de

la construcción mediante encofrados. Estas primeras estructuras fueron arcos, bóvedas y cúpulas que solamente funcionaban a compresión porque siendo concreto en masa no puede absorber grandes esfuerzos de tracción y torsión. La estructura de concreto más notable en esta etapa es la cúpula del Panteón de Roma, donde se usaron andamios y encofrados temporales con forma de la futura estructura. Los romanos, utilizaban yeso y cal como aglomerantes junto a un cemento natural obtenido de la piedra *Puzzoli* llamada *puzolana*, sin embargo, por ser un material difícil de obtener ya no se utilizó el concreto como material de construcción hasta la invención del cemento *Portland*.

En la época Moderna, el concreto ha sido el gran propulsor del uso de encofrados y al ser estudiado constantemente se empieza a buscar nuevos sistemas de encofrados por lo que surge la necesidad de una especialización en encofrados.

En el siglo XIX, se inicia un profundo estudio sobre las capacidades y límites del concreto armado tanto en elementos verticales como en horizontales y empiezan las construcciones integras en concreto y el uso de encofrados se expande en todo el proyecto en su totalidad proporcionando encofrados verticales, horizontales y personalizados.

En la época contemporánea, el uso de los encofrados queda patente en la construcción de rascacielos por lo que los diversos sistemas se empiezan a perfeccionar en temas referidos a seguridad, utilización de materiales y evolución de sus elementos. Actualmente, los encofrados ofrecen una fácil y rápida solución para construir elementos de arquitectura modular logrando las formas que se desee por lo que ofrece la construcción con concreto y su rápida ejecución. Con el paso del tiempo, se adopta al metal como material eficiente en los sistemas de encofrado para construcciones medianas y grandes por su gran eficiencia y rapidez en el montaje.

Finalmente, se puede considerar que el uso de los encofrados va directamente ligado al uso del concreto armado en la construcción, posicionándose en la actualidad como herramienta básica y necesaria para realizar proyectos. Los encofrados han modificado la concepción de la proyección de la arquitectura porque se ha invertido la relación de dependencia entre ellos logrando que el encofrado se adapte fácilmente a la solución constructiva.

2.2.2.2 DEFINICIÓN DE ENCOFRADO

Según (Medina Sánchez, 2008): El encofrado es el recipiente que contendrá y soportará el hormigón fresco hasta que endurezca. Puede tratarse de encofrados destinados al hormigonado *in situ* de una parte cualquiera de la estructura o tratarse de moldes, cuando se hormigonan elementos prefabricados en taller o plantas de fabricación; las características principales que se deben de cumplir son: resistir las cargas, no deformarse ante las presiones del hormigón y ser impermeables para evitar la pérdida del mortero.

2.2.2.3 CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL UTILIZADO EN ENCOFRADOS

2.2.2.3.1 ENCOFRADO DE MADERA

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): Los encofrados de madera son fabricados con tablas de madera resistentes a la humedad, es de fácil producción y muy utilizados en obras pequeñas y medianas donde los costos de mano de obra son menores que los costos del alquiler de encofrados. Un buen diseño de encofrados de madera debe de tener en cuenta: el tiempo que estará sometida a cargas, la forma de sujetar los elementos estructurales y la cantidad de usos que se le

puede dar. Generalmente, la cara a encofrar se realiza en la obra colocando tablonos de madera junto a paneles de madera y se colocan puntales para que sostengan el concreto armado.

Tipos de árboles maderables:

- Cedro.
- Pino.
- Cortes Blanco.
- Ciprés.

Propiedades físicas de la madera:

- La humedad: Referida a la cantidad de agua contenida en la madera, una buena madera debe de contar con un nivel óptimo de 18 a 22 % porque si se encuentra seca, al contacto con el agua se esponja y al saturarse disminuye su resistencia.
- Contracción y dilatación: La madera puede verse dañada si contiene un alto porcentaje de humedad porque al evaporarse se originan presiones internas dilatando y dañando los acabados de la estructura.
- Peso específico: Cuenta con un peso específico de 850 kg/m^3 , y mientras más densa es la madera presenta una mayor resistencia a los esfuerzos.
- Durabilidad: Depende mucho del cuidado que se tenga al momento de encofrar y desencofrar, así como la protección al momento del contacto con el concreto.

Clasificación de la madera según ASTM D245 – 64:

- Vigas y largueros: Piezas de sección rectangular, dimensión nominal de 5 x 8 pulgadas, clasificadas de acuerdo a su resistencia a la flexión.

- Columnas, postes y puntales: Piezas de sección cuadrada aproximadamente de 5 x 5 pulgadas, empleadas principalmente como postes o columnas, pero adaptables a usos diversos en la que la resistencia a la flexión no tenga importancia especial.
- Tablones: Piezas de sección rectangular dimensión nominal de 2 a 4 pulgadas de espesor y de 4 pulgadas a más de ancho, utilizadas como largueros o tablones dependiendo de la cara que se utiliza.
- Tablas estructurales: Elementos con dimensión nominal de 1 pulgada de espesor, usados en entarimados o en pisos dependiendo de la resistencia a la flexión.

Ventajas del uso de encofrados de madera:

- Es económico, debido al material que se emplea.
- Permite producir la forma deseada.
- Es de fácil montaje.
- De bajo peso en relación a su resistencia.
- Considerable capacidad a tracción y compresión.
- Se encuentra fácilmente en el mercado.

Desventajas en el uso de encofrados de madera:

- Utiliza otros materiales para su mantenimiento como la pintura.
- Para obras de gran magnitud es complicado el diseño en la madera por la escasa iluminación y altura del proyecto.
- En caso de sufrir daño alguno deben de ser reparados antes de ser vueltos a utilizar.

2.2.2.3.2 ENCOFRADOS METÁLICOS

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): El acero es una aleación de hierro combinado con 1% aproximado de carbono que al sumergirlo en agua fría adquiere temple, gran dureza y elasticidad. El acero se caracteriza por su gran resistencia por lo que es considerado material básico y componente fundamental del encofrado metálico presentando un alto costo inicial.

Ventajas del encofrado metálico:

- Mayor cantidad de usos repetitivos.
- Diseñado a solicitud del proyecto.
- Se pueden ensamblar en el lugar de trabajo.
- Adecuada rigidez y resistencia
- Pueden ser cambiados de lugar y recolocados rápidamente con un adecuado equipo de manejo.
- Menor costo en mano de obra y montaje.
- Presenta mejor acabado del elemento estructural.

Desventaja del encofrado metálico:

- Tiene que utilizar algunos aditivos para el curado del concreto porque estos no absorben la humedad.
- Mayor costo si no tiene gran cantidad de usos.

2.2.2.3.3 MADERA CONTRACHAPADA DE ALTA DENSIDAD

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): La madera contrachapada de superposición de alta densidad (HDO) es un producto de madera utilizado en trabajos pesados, las propiedades que presenta esta madera son: peso ligero,

fuerza, superficies lisas, soporte de exposiciones extremas al calor, abrasión y humedad por lo que es adecuada en diversas aplicaciones. La superficie lisa de la madera contrachapada (HDO) permite que el exceso de concreto sea fácil de limpiar, cuenta con propiedades aislantes que les añaden consistencia a las condiciones de curado y con la durabilidad que le permite ser utilizada más veces, se compone de un revestimiento patentado de dos partes y de densidad alta en madera contrachapada que es dura y densa con pliegues internos *Douglas*.

Ventajas de la madera contrachapada de alta densidad:

- Excelentes para los sistemas de ingeniería porque dejan concretos revestidos lisos.
- Mayor resistencia a la alcalinidad.
- Proporciona una superficie y un color uniforme en el concreto.
- Hidratación controlada.

Desventajas de la madera contrachapada de alta densidad:

- Requiere agentes de desmoldeo.
- No pinta ni lamina el panel sin previa preparación de la superficie.

2.2.2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS ENCOFRADOS SEGÚN EL ELEMENTO ESTRUCTURAL

2.2.2.4.1 ENCOFRADOS VERTICALES

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): Son aquellos encofrados provisionarios que sirven para sostener y moldear elementos estructurales como zapatas, columnas, muros y

pilares. Es muy importante que, antes de optar algún sistema de encofrado se determine las dimensiones acordes al proyecto, al acabado final, a la mano de obra especializada, a las maquinarias y a las condiciones climatológicas de la región, con estos importantes datos se elabora un plan de montaje con los detalles necesarios.

Los encofrados verticales son los que sufren mayor presión de concreto en sus paredes verticales y según el tipo de proyecto se define si se usan encofrados tradicionales (madera) o prefabricados (metálicos y de madera). Los elementos que generalmente constituyen estos tipos son:

- Tradicional (tablón, tabloncillo, tabla, puntales).
- Prefabricado (panel, grapas, estabilizadores, ménsulas de trabajo).

2.2.2.4.2 ENCOFRADOS HORIZONTALES

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): Son sistemas utilizados para la construcción de estructuras horizontales como: losas, vigas y otro tipo de elemento horizontal. En función a las características de la estructura se pueden clasificar de la siguiente manera:

- En función de la transmisión de cargas: Forjados unidireccionales, forjados bidireccionales.
- En función de su sistema de ejecución: Forjados *in situ*, losas y bidireccionales, forjados parcialmente prefabricados, forjados totalmente prefabricados.

Materiales a utilizar:

- Estructura vertical: Compuesta por elementos metálicos que trasladan las cargas transmitidas por la estructura horizontal a la losa inferior o al terreno.
- Estructura horizontal: Compuesta por vigas y correas, trasladan las cargas transmitidas por la superficie encofrante a la estructura vertical.
- Superficie encofrante: Compuesta por paneles que trasladan las cargas transmitidas por el peso de los elementos de forjado superior a la estructura horizontal.

2.2.2.4.3 ENCOFRADOS ESPECIALES

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): Son los peculiares porque el encofrado a utilizar se corta y ensambla por mano de obra especializada, el obtener la estructura de concreto con la forma y acabado deseado depende en gran medida de los encofradores ya que, implica un proceso muy lento tanto en el montaje como en el desmoldeo, inicialmente se trabajaban estas estructuras con encofrados de madera por la sujeción de gran dimensión y por la dificultad pero en la actualidad, se ha implementado el uso de encofrados formados por acero. Los encofrados especiales pueden utilizarse de los siguientes modos: Encofrados para muros circulares, encofrados para túneles o encofrados para puentes.

2.2.2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENCOFRADOS SEGÚN LAS EMPRESAS CONTRATADAS EN EL PROYECTO

2.2.2.5.1 ENCOFRADOS ULMA

Según (Oribe Alva, 2014): El sistema ofrecido por esta empresa se denomina ORMA, conformado por paneles de grandes dimensiones y propiedades físicas constantes lo que permite un acabado liso y un mantenimiento fácil. Trabaja con elementos básicos como: paneles capaces de soportar presiones del hormigón fresco de 60 kN/m^2 , grapas reguladoras encargadas de unir y rigidizar los paneles de hasta 39 m^2 que son capaces de resistir esfuerzos de tracción y corte en 15 kN y 6 kN respectivamente; los puntales son utilizados para dar estabilidad al molde rotulado a la losa mediante una placa base y al panel a través de cabezales asegurando el aplomado. Los anclajes entre paneles están compuestos por barras de anclaje de entre 15 a 20 mm de diámetro, estos elementos poseen gran resistencia a la tracción y son los encargados de unir las caras paralelas de los paneles evitando la abertura en el hormigonado.

2.2.2.5.2 ENCOFRADOS DOKA

Según (Oribe Alva, 2014): El moldaje que ofrece es denominado: *FRAMAX XLIFE*, cuenta con paneles de 4 alturas y 6 anchos diferentes, compuestos por marcos de acero de 12 cm de espesor y soporta la presión admisible al hormigón fresco, varía de 60 a 80 kN/m^2 , grapas en dos tipos y de uso rápido denominado: *Framax RU*, capaz de hacer uniones verticales con madera perfilada resistente a unos esfuerzos de tracción y de corte de 15 kN y 6 kN respectivamente y la de unión universal denominada: *Framax universal*, capaz de unir las compensaciones de madera entre paneles hasta 15 cm y unión de panel con tablón de madera hasta de 20 cm resistentes a un esfuerzo de tracción y corte de 15 kN y 9 kN , el tablero consiste en

una combinación de madera contrachapada y un recubrimiento plástico de 1.5 mm evitando la absorción de humedad y aumentando el número de usos, utiliza puntales para dar estabilidad y aplomado que van rotulados al suelo y a los paneles.

2.2.2.5.3 ENCOFRADOS PERI

Según (Oribe Alva, 2014): El moldaje que desarrolla *PERI* es denominado *TRIO* que asegura una mayor velocidad de montaje con pocas piezas como paneles conformados por perfiles de acero de 15 cm de espesor pintado permitiendo una mejor y rápida limpieza, poseen 3 alturas y 5 anchos diferentes soportando una presión de hormigón fresco de 67.5 kN/m^2 , cuenta con grapas de unión lo que asegura un rápido ajuste y alineación de los paneles permitiendo compensaciones de entre 10 a 20 cm de extensión de madera resistente a la tracción en 15 kN y al corte en 6 kN, utiliza tableros de madera contrachapada cubiertos con un producto especial evitando que la humedad dañe la madera logrando así mayor cantidad de número de usos, el uso de puntales ajustables asegura la estabilidad y correcto aplomado del encofrado que van rotulados al suelo y al panel.

2.2.2.6 SISTEMAS DE ENCOFRADOS

2.2.2.6.1 SISTEMA DE ENCOFRADO TRADICIONAL

Según (Herrena Navaro, y otros, 2014): Se refiere al sistema tradicional empleado cuando se elabora un proyecto utilizando piezas de madera o metal donde la ejecución es lenta, es utilizado mayormente en obras pequeñas o medianas donde los costos de mano de obra son menores a los de alquiler de encofrados modulares, el encofrado tradicional es muy flexible por lo que se puede combinar con otros sistemas por ser adaptable a cualquier forma. El uso de un sistema tradicional trabaja de manera horizontal es decir que, debe culminar el primer nivel para continuar con el siguiente y así sucesivamente.



Figura N° 3: Sistema de encofrado tradicional

Fuente: Elaborado por (Herrena Navaro, y otros, 2014)

2.2.2.6.2 SISTEMA DE ENCOFRADO NORMALIZADO.

Según (Cremaschi, y otros, 2011): El sistema de encofrado normalizado o sistema modular presenta dimensiones estandarizadas para poder edificar de manera más simple y rápida, el encofrado modular contiene pocas piezas y cuenta con una amplia variedad de tamaños logrando resolver la construcción con menores recursos y menor plazo. Es

utilizado en grandes proyectos donde ya tienen definidos los elementos y contratan los encofrados de acuerdo a la medida, reduciendo tiempos de armado haciendo sólo los ajustes de las piezas porque ya se tiene armado el encofrado para realizar el vaciado de concreto.



2.2.2.6.3 SISTEMA DE ENCOFRADO DESLIZANTE

El sistema de encofrado deslizante es una técnica de construcción que consiste en desplazar el encofrado sin esperar que el hormigón termine de fraguar, con este sistema no se utilizan juntas frías ya que el proceso de armado, encofrado, hormigonado y desencofrado se realiza simultánea y continuamente a comparación de los demás sistemas que se trabaja en secuencia. Se distinguen dos tipos de encofrados deslizantes: en obras horizontales como puentes y viaductos y en obras verticales como pilas, chimeneas y construcciones especiales.

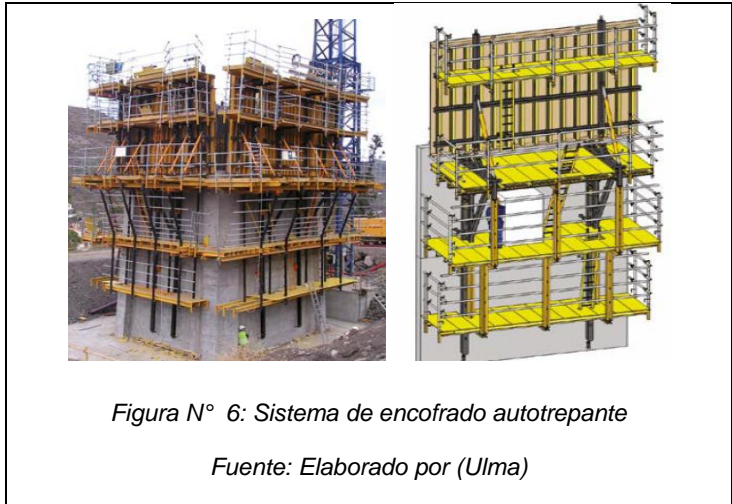


Figura N° 5: Sistema de encofrado deslizante

Fuente: Elaborado por (Ulma)

2.2.2.6.4 SISTEMA DE ENCOFRADO AUTOTREPANTE

Según (Ulma): El sistema autotrepante se refiere a una estructura que soporta el encofrado y es utilizado en elementos verticales o estructuras verticales sin grúa, accionado por mecanismos hidráulicos y mecánicos, la acción del trepado se realiza elevando el mástil y el conjunto consola encofrado sobre el muro o elemento vertical, este sistema es trabajado en grandes proyectos ya que cuenta con una gran capacidad de carga que permite el izado de grandes conjuntos de encofrado, así mismo aporta en la autonomía respecto a la grúa y puede operarse ante condiciones climáticas adversas.



2.2.2.6.5 SISTEMA DE ENCOFRADO CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

El sistema de encofrados con desplazamiento horizontal es un sistema mixto que combina un encofrado normalizado solicitando piezas según características de los elementos junto a un sistema deslizante que se caracteriza por desplazarse de manera horizontal o vertical en diferentes niveles. Este sistema es utilizado mayormente en el rubro de edificaciones en proyectos de gran altura con una configuración simétrica.



Figura N° 7: Sistema de encofrado con desplazamiento horizontal

Fuente: Elaborado por (Industrie, 2014)

2.2.2.7 GESTIÓN DE LOS ENCOFRADOS

Es importante plantear un esquema de gestión para la partida en análisis, contar con el equipo cuando se solicite y no detener el flujo que originar retraso en el cronograma y con ello mayor costo. La partida de encofrado se trabajó con 03 subcontratas que tenían designadas cada sector, en este caso la sub contrata *Doka* trabajo el Sector I, *Peri* trabajo en el Sector II, y *Ulma* trabajo en el sector III, estas subcontratas estaban encargadas de suministrar el material por lo que se debía de coordinar con las áreas interesadas en este proceso para realizar la correcta gestión del encofrado.



2.2.3 SISTEMA DE ENCOFRADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL OPEN PLAZA HUANCAYO EN LA ETAPA DE ESTRUCTURAS.

En el proyecto del Centro Comercial Open Plaza Huancayo, se emplearon dos planteamientos para dos diferentes etapas en la partida de encofrados: Etapa contractual y etapa de ejecución del proyecto, es preciso resaltar que la información brindada en este punto sólo abarca los frentes de trabajo 02,05 y 06.

2.2.3.1 PLANEAMIENTO EN LA ETAPA CONTRACTUAL DEL PROYECTO – SISTEMA CONVENCIONAL DE ENCOFRADOS

2.2.3.1.1 DEFINICIÓN DE ETAPA CONTRACTUAL

La etapa contractual es aquella fase donde el contratista recolecta toda la información del proyecto y en coordinación con el contratante establecen cuál será el producto final a ejecutar, es indispensable que en esta etapa se absuelvan todas las dudas y consultas para ya determinar el plazo y el costo que implicará la ejecución del proyecto logrando así el objetivo final.

2.2.3.1.2 DESARROLLO DEL SISTEMA CONVENCIONAL EN LA ETAPA CONTRACTUAL

Inicialmente, la construcción del Centro Comercial Open Plaza en la etapa de presupuestos se encontraba planificada para desarrollar un sistema de encofrados convencionales y cuyo avance se fue dando por pisos que significaba armar el encofrado por niveles para que al cumplir el tiempo de fraguado se dé inicio al desencofrado para trasladar el encofrado al siguiente nivel y realizar la repetición del ciclo.

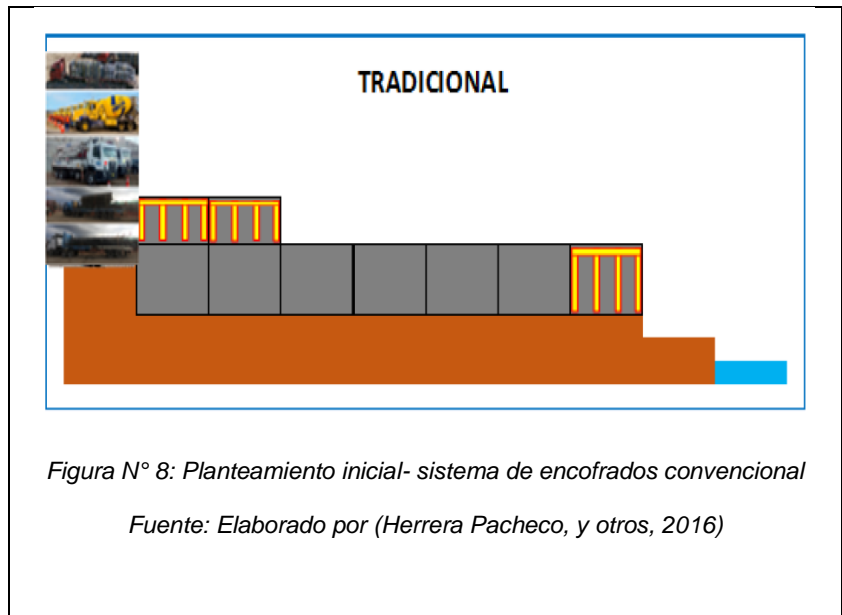


Figura N° 8: Planteamiento inicial- sistema de encofrados convencional

Fuente: Elaborado por (Herrera Pacheco, y otros, 2016)

2.2.3.1.3 PRESUPUESTO DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS CON UN SISTEMA CONVENCIONAL

2.2.3.1.3.1 METRADO DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS

El metrado de la partida de encofrados se puede visualizar en el Anexo N° 02.

2.2.3.1.3.2 PRECIO UNITARIO DE PARTIDAS CON UN SISTEMA CONVENCIONAL

El precio unitario de la partida de encofrados con un sistema convencional se puede visualizar en el Anexo N° 03.

2.2.3.1.3.3 PRECIO UNITARIO DE SUBPARTIDAS CON UN SISTEMA CONVENCIONAL

El precio unitario de las subpartidas de encofrados de un sistema convencional se puede visualizar en el Anexo N° 04.

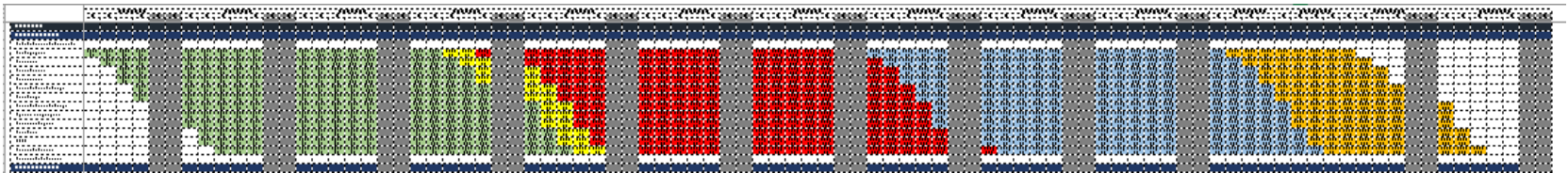
2.2.3.1.3.4 PRESUPUESTO TOTAL EN LA ETAPA CONTRACTUAL CON UN SISTEMA CONVENCIONAL

El presupuesto total en la etapa contractual donde se planificó realizar un sistema de encofrados convencional se puede visualizar en el Anexo N° 05 y sólo se considera la partida de encofrado que es la que analizamos en la presente investigación.

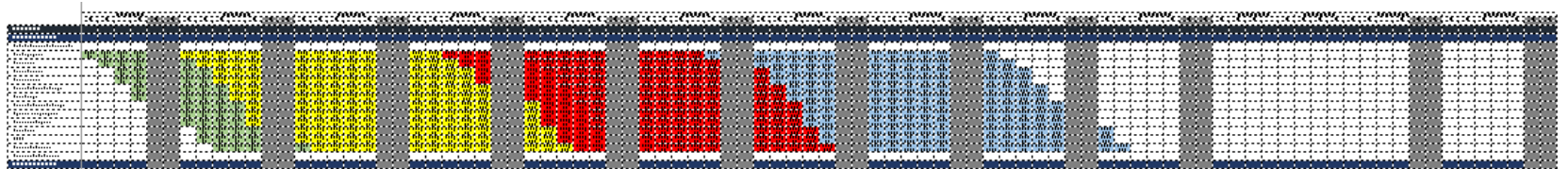
2.2.3.1.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS EN LA ETAPA CONTRACTUAL

El cronograma de ejecución, aplicando un sistema de encofrados convencional se observa de manera clara y en detalle en el anexo N° 06.

Frente 02



Frente 06



Frente 05

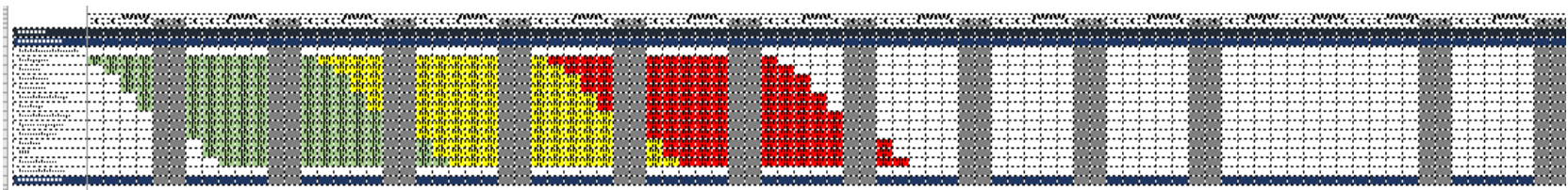


Tabla N° 11; Cronograma de ejecución con un sistema convencional de encofrados.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3.2 PLANEAMIENTO EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO – SISTEMA DE ENCOFRADOS CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

En el proyecto se planteó cambiar el sistema de construcción por los diversos factores internos y externos que se iban presentando, para cumplir el objetivo que la empresa tenía con el cliente en el enfoque de agregado de valor se decidió realizar un sistema con desplazamiento horizontal, que permite dividir el terreno en franjas y comenzar el armado del encofrado en todos los niveles, luego de cumplir con el tiempo de fraguado proceder a desplazar el encofrado a la siguiente franja sin la necesidad de desarmarlo reduciendo una construcción vertical. En el CCOPH se trabajó con IV sectores basados en las juntas de construcción, 06 frentes de trabajo con un ingeniero de producción por frente y 04 franjas de trabajo logrando construir la edificación del exterior hacia el interior para iniciar antes con las partidas correspondientes a la etapa de arquitectura siendo: acabados de fachada y disponer de la losa de soporte de estructuras metálicas encontradas en el último nivel.



Figura N° 9: Planteamiento con un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal.

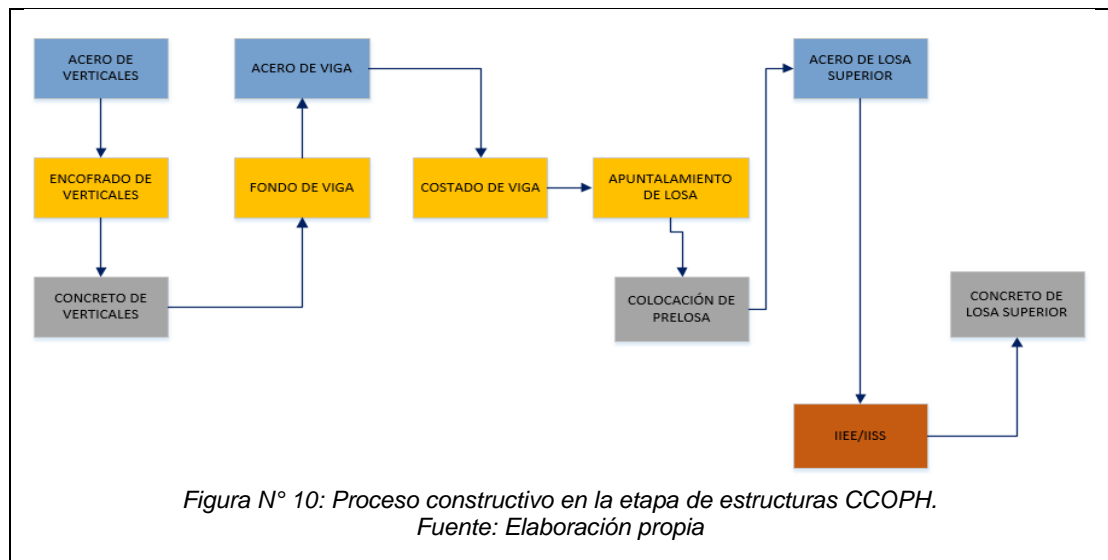
Fuente: Propia.

2.2.3.2.1 DEFINICIÓN DE LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La etapa de ejecución del proyecto se refiere a desarrollar los procedimientos de trabajo establecidos en el rubro de la construcción por partida para materializar el proyecto, por lo que la edificación debe de cumplir con el plazo establecido en la etapa contractual y cumplir con el costo determinado.

2.2.3.2.2 DESARROLLO DEL SISTEMA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

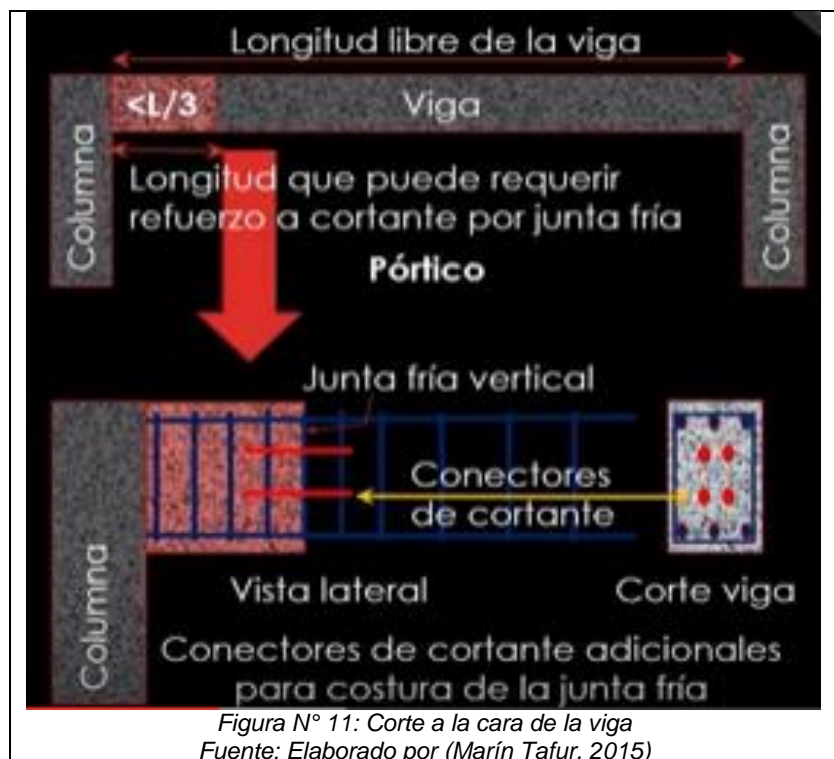
El proceso constructivo de toda edificación según (Velarde Mendoza, 2011): Se divide en cuatro etapas: Obras provisionales, movimiento de tierras, estructuras y arquitectura. La partida de encofrados es una partida considerable en la etapa de estructuras, se encarga de moldear los elementos de concreto armado como columnas, vigas y losas. En la Figura N° 10 podemos observar el proceso constructivo típico de la etapa de estructuras.



2.2.3.3 CONSIDERACIONES PARA EL USO DEL SISTEMA DE ENCOFRADOS CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

2.2.3.3.1 CORTE A LA CARA DE LA VIGA

Según (Marín Tafur, 2015): Se observa que la interrupción del concreto durante el vaciado de una viga o losa se realiza en el tercio de la luz libre de la viga donde se presentan menos esfuerzos cortantes, pero para hacer efectivo el desplazamiento del encofrado horizontalmente es necesario trabajar con la interrupción del vaciado a la cara de la viga colocando una junta fría o de construcción y utilizando barras de acero (conectores) embebidas parcialmente en el concreto fresco y localizadas en el alma de las viga para complementar la capacidad de soporte a cortante que se genere en el concreto, los aceros que ayudarán a reforzar las zonas serán calculados por el ingeniero proyectista.



El comité ACI norma las consideraciones que se deben de tener para las juntas de construcción, descritas a continuación:

- Se debe de limpiar y de tener libre de lechada la superficie de las juntas de construcción.
- Antes de iniciar con la colocación de concreto para la nueva etapa se debe de mojar la junta de construcción y de retirar el agua apozada.
- En el caso de vigas y losas que se apoyen sobre columnas o muros se debe de esperar que el concreto del apoyo se endurezca y que deje de ser plástico.

En el proyecto del Centro Comercial Open Plaza Huancayo el proyectista modificó las especificaciones de los planos (*Plano N° 12: Corte a la cara de la viga*) enfatizando principalmente las juntas de vaciado en vigas a la cara de columnas y juntas de vaciado en losas a la cara de vigas (*Ver Anexo N° 07 Informe de vaciado a cara de vigas y columnas*).

2.2.3.3.2. SUPERFICIE PLANA

El sistema de encofrados con desplazamiento horizontal necesita tener una superficie plana donde apoyarse para poder desplazarse con facilidad y en cuanto existan interferencias como vigas peraltadas, los elementos que conforman el encofrado deben reducir sus alturas por lo que se tiene que considerar la viga con más peralte para la modulación.

2.2.3.3.3. MODULACIÓN PARA EL ELEMENTO DE MAYOR CARGA

Se tiene que contratar el juego de encofrado con una modulación para el elemento que soporta mayor carga ya que este será el único que se traslade de franja en franja sin opción de solicitar más elementos para el resto de las franjas.

(Plano N° 13: Modulación de placas)

(Plano N° 14: Modulación de columnas)

(Plano N° 15: Modulación de soporte de vigas)

(Plano N° 16: Modulación de lateral de vigas)

(Plano N° 17: Modulación de soporte de losas).

2.2.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

2.2.3.3.1. ENCOFRADO EN COLUMNAS

2.2.3.3.1.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Según (Padilla del Aguila, 2009): El representante de Ulma construcción menciona que, el encofrado de pilares *LGR* es un sistema de encofrado vertical ligero para columnas con sección rectangular que garantiza rentabilidad y economía en la obra, presentando las siguientes características:

- Cuenta con paneles ligeros y manuportables.

- Tiene una superficie encofrante plástica que aporta ligereza y excelentes acabados.
- Elementos de unión integrados e imperdibles.
- Posibilidad de ejecutar muretes de manera rápida uniendo los paneles lateralmente mediante grapas.
- Capacidad de los paneles de 80 KN/m^2 para soportar presiones del hormigón.

2.2.3.3.1.2. ELEMENTOS QUE COMPONEN ESTE SISTEMA

- Según (Construcción, 2014) Paneles: Elementos fundamentales en el encofrado de columnas, se posicionan y amarran en forma de aspa de molino y se encuentran con alturas de 3 m , 1 m y 0.5 m , anchos de 0.7 m y 0.5 m .
- Costillas: Formado por dos perfiles diferentes, el primero es un tubo rectangular con orificios para el montaje de diferentes accesorios como estabilizadores y ménsulas, el segundo es un perfil de acero con orificios tipo corredera.
- Según (Construcción, 2014) Tablero: Cuenta con caras encofrantes de plástico de 16 mm presentando resistencia a desgarros y rayaduras siendo considerado de alta

durabilidad. El tablero se encuentra remachado al marco metálico y tiene elementos de unión integrados al panel que pueden ser reemplazados y son imperdibles.

- Sistema de amarre: Compuesto por una tuerca desplazable dentro del corredor y un tetón alojado en su interior, ambas piezas son imperdibles y de fácil reposición. Las cuatro esquinas del marco están reforzadas por un postizo con hendiduras soldado a los perfiles y se puede mover mediante una palanca posicionando el panel de manera sencilla.

2.2.3.3.1.3. PROCESO DE MONTAJE DE ENCOFRADO EN COLUMNAS

- Colocar los paneles perpendicularmente encarando el canto con los respectivos orificios, introducir los tetones y amarrar las tuercas. Se debe aplicar sobre los paneles un agente desencofrante para evitar la adherencia del concreto con el encofrado.
- Montar el sistema estabilizador compuesto por tensores, cabezales y bases de estabilización, amarrar las bases al suelo con tacos para estabilizar el encofrado contra los vientos y soportar las cargas de tracción y compresión.

- Montar el conjunto opuesto en forma de "L" sin estabilizadores o unir los paneles uno a uno según las medidas de la columna.
- Realizar la colocación de concreto utilizando un medio auxiliar y cuando el concreto haya fraguado se procede a desencofrar desmontando los paneles soltando las tuercas y tetones. Finalmente, realizar la limpieza y el mantenimiento del encofrado utilizado.



Figura N° 12: Proceso constructivo de encofrado de columnas.

Fuente: Elaborado por ULMA CONSTRUCCIÓN

2.2.3.3.1.4 DESMONTAJE CON GRÚA

- Después de que el concreto haya alcanzado el fraguado se procede a colocar los ganchos de izado al conjunto de paneles, se aflojan las tuercas y se separan los paneles sin soltarlos y con ayuda de la barra de uña se retira los paneles del pilar hormigonado.
- Trasladar el conjunto de paneles con la grúa para reutilizarlo en otras columnas cuando

ya se encuentren ejecutadas todas las columnas se coloca el conjunto de paneles en el suelo para proceder a su desmontaje y finalmente, se realizan las labores de limpieza y mantenimiento.

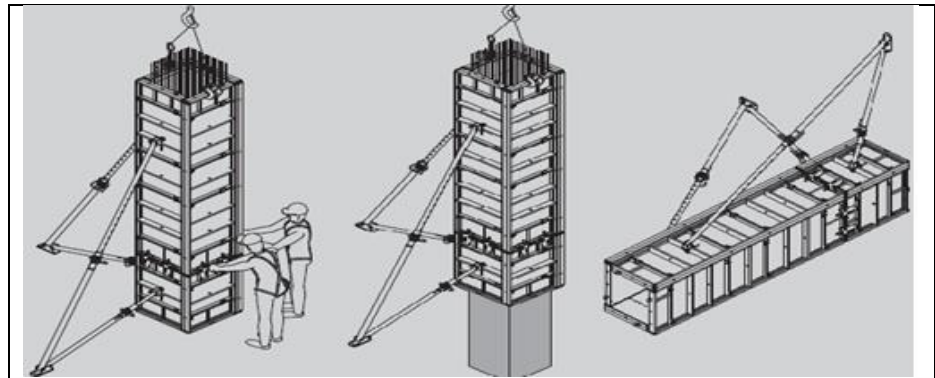


Figura N° 13: Desmontaje del encofrado de columnas con grúa

Fuente: Elaborado por ULMA CONSTRUCCIÓN

2.2.3.3.2. ENCOFRADO EN PLACAS

2.2.3.3.2.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Según (Padilla del Aguila, 2009): El sistema de encofrado modular *NEVI* cuenta con la novedosa gama de paneles y accesorios para encofrados de múltiples geometrías requeridas en cualquier tipo de edificación como: muros, placas y pilares. Los nuevos materiales junto con las innovaciones garantizan la ligereza y calidad de este encofrado. Las características principales son:

- La ligereza de sus paneles facilita el montaje y desmontaje manual.
- Encofrado de manera rápida que cuenta con orificios laterales.
- Accesorios comunes a otros encofrados.
- Amplia gama de paneles.
- Proporciona acabados de alta calidad debido a la superficie encofrante (tablero fenólico).
- Soporta grandes presiones de concreto ya que cuenta con paneles robustos formados con marcos metálicos.

2.2.3.3.2.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN ESTE SISTEMA

- Paneles: Son los elementos importantes en el encofrado encargados de dar el acabado de alta calidad y soportar las presiones del concreto, este sistema cuenta con paneles de $2.7\ m$, $2.4\ m$ y $1.2\ m$ que son compatibles vertical y horizontalmente con anchuras de $0.9\ m$, $0.6\ m$, $0.45\ m$ y $0.3\ m$.
- El marco metálico cuenta con un perfil perimetral y esquinas reforzadas para absorber golpes y evitar roturas por el uso incorrecto, cuenta con una hendidura para una fácil colocación y desencofrado con el uso de una barra de uña.
- Grapa regulable: Es la pieza encargada de unir, alinear y rigidizar los distintos paneles

en sentido horizontal o vertical, aporta rapidez al montaje con un simple golpe de martillo ensambla los paneles asegurando estanqueidad.

- Grapa Fija: Es el elemento que une los paneles a tope, no admite compensaciones y es de fácil manejo ya que puede según el sentido de golpe generar su cierre o apertura.
- Rigidizador: Es la pieza auxiliar destinada a alinear las compensaciones y al izado de conjuntos, el amarre se realiza mediante fijadores y tuercas.
- Sistema de anclaje: Constituido por barras roçadas, tuerca placa campana y fijación, tiene como función unir las caras de los paneles a través de los orificios del bastidor y soportar las altas presiones del concreto. Estos elementos son reutilizables tras el curado por encontrarse protegidos por tubos de plástico.

2.2.3.3.2.3 PROCESO DE MONTAJE DE ENCOFRADO EN PLACAS Y MUROS

- Trasladar los paneles manualmente a la zona donde se ejecutará el elemento estructural y estabilizarlos anclándolos al

suelo, montar el resto de los paneles y unirlos con grapas.

- Montar la línea de paneles de encofrado opuesta mediante grapas, rigidizadores y estabilizarlo.
- Asegurado todo el sistema se procede al vaciado de concreto y se espera el tiempo de fraguado para iniciar con el desencofrado desajustando las grapas, tuercas y rigidizadores. Finalmente, se procede a la limpieza y mantenimiento de las piezas utilizadas.

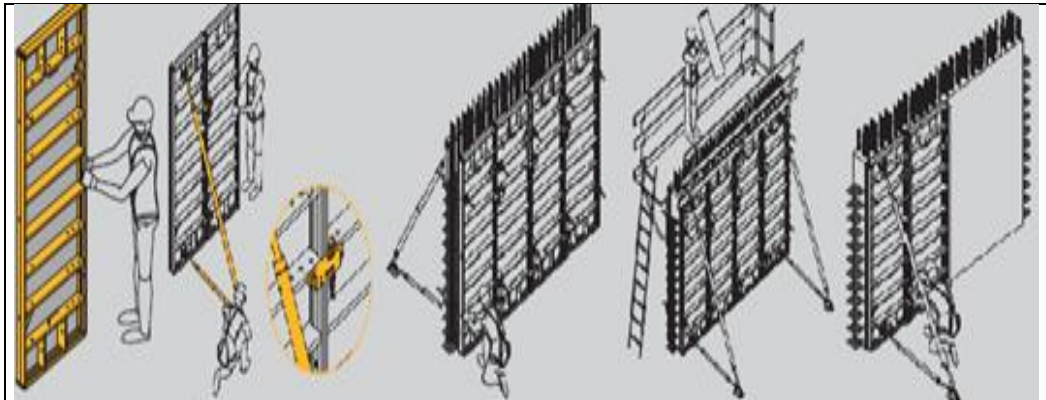


Figura N°14: Proceso de montaje para placas y muros

Fuente: Elaborado por ULMA CONSTRUCCIÓN

2.2.3.3.2.4 DESMONTAJE CON GRÚA

- Después de que el concreto haya alcanzado el fraguado se procede a desencofrar el elemento aflojando las

tuercas y grapas evitando que los paneles se separen en su totalidad

- Se colocan los ganchos de izado y se moviliza el encofrado hasta la posición definitiva y se procede a estabilizar los paneles.
- Se repite el proceso explicado en el procedimiento de montaje.

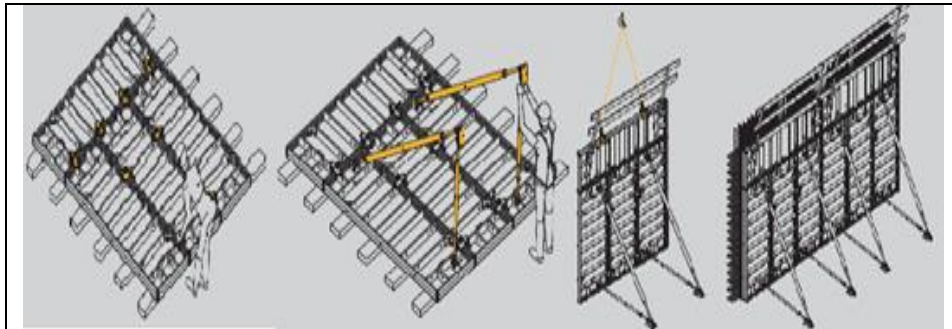


Figura N° 15: Desmontaje con grúa para placas y muros.

Fuente: Elaborado por ULMA CONSTRUCCIÓN

2.2.3.3.3 ENCOFRADO EN VIGAS

2.2.3.3.3.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Según (Industrie, 2014): Proporciona el sistema *Dokaflex* que cuenta con un sistema para el soporte de vigas con el que se realizan adaptaciones de altura y se eliminan montajes intensivos de tablonos. El soporte de viga presiona el encofrado para contener la fuerza del concreto, brindando superficies y cantos limpios.

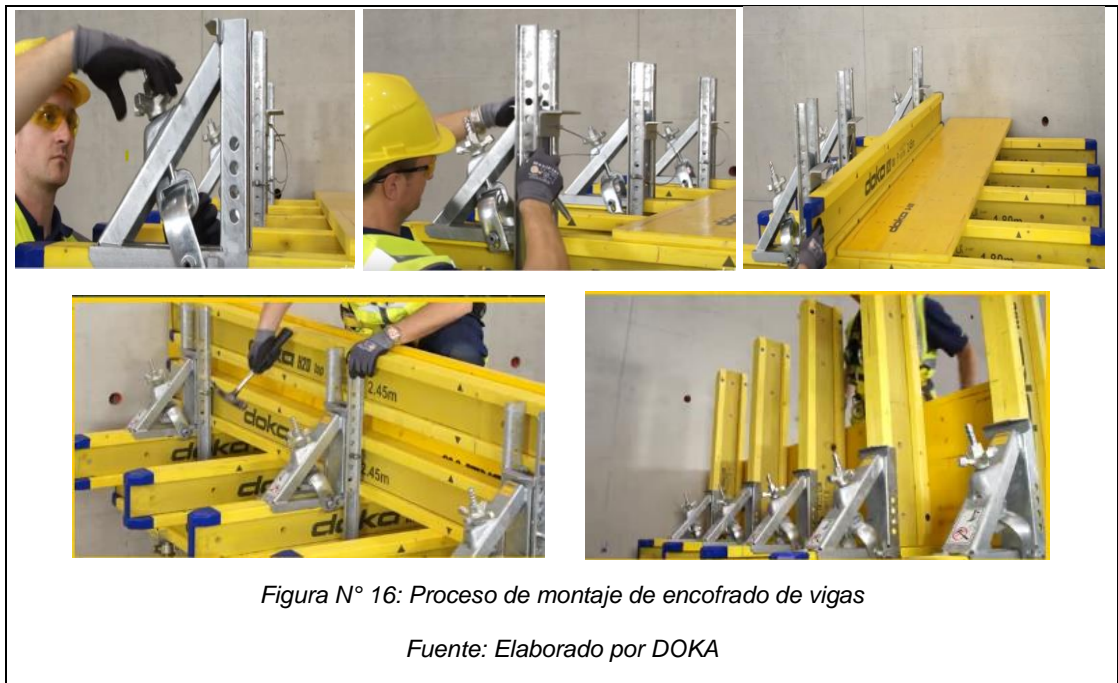
2.2.3.3.3.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN ESTE SISTEMA

- Soporte de viga: Encargada de dar el ángulo preciso al encofrado lateral y utilizadas en vigas con alturas máximas de 30 *cm*, en caso se exceda esta altura se procede a complementar con la extensión de viga.
- Extensión para vigas: Encargada de soportar las vigas, utilizado para alturas máximas de vigas de hasta 60 *cm* y cuenta con un perno de ajuste para nivelar las diferentes alturas.
- Vigas: Este elemento es el encargado de soportar las cargas de presión del concreto, son colocadas de manera horizontal si la altura de la viga, no excede como máximo los 60 *cm* y es colocado verticalmente para alturas que superen los 60 *cm*.
- Tablero de encofrado: Este elemento es el que proporciona el acabado limpio a las vigas.

2.2.3.3.3.3 PROCESO DE MONTAJE DE ENCOFRADO

- Revisar las características de los elementos estructurales según las especificaciones de los planos y colocar los puntales para sostener el fondo de viga como si fuera a trabajarse una losa.
- En el caso de presentarse una viga de canto colocar las vigas transversales y ajustar el soporte de viga de acuerdo con las distancias especificadas por el proveedor según detalla la siguiente tabla e instalado el soporte transversal colocar el tablón de la base de la viga.
- En el caso de presentarse una viga central colocar las vigas transversales y el soporte de viga de acuerdo a las distancias especificadas por el proveedor según detalla la siguiente tabla e instalado el soporte transversal colocar el tablón de la base de la viga.
- Colocar las vigas que ajustarán el tablón que dará forma a los laterales de las vigas, si la viga presenta una altura menor de 60 *cm* se colocarán las vigas en forma horizontal y supera los 60 *cm* se colocarán las vigas de forma vertical en cada soporte de viga colocado.

- Finalmente, se colocan los tabloncillos laterales y se procede al vaciado del elemento estructural.
- Considerar que al tener vigas con las mismas características el proceso de armado de puntales y vigas principales ya no se realizará ya que contamos con estos elementos armados en el elemento anterior y solo se realizará un desplazamiento horizontal de estos elementos para continuar con el encofrado del resto de vigas.



2.2.3.3.4 DESENCOFRADO

- Respetando los tiempos de desencofrado según el proyectista, se procede a

desajustar los soportes de las vigas y se retiran las piezas que conformaban sus laterales. Se mantiene el fondo de viga hasta que alcance la resistencia necesaria para soportar las cargas que puedan apoyarse en el elemento.

- Realizar el traslado de los elementos del encofrado al almacén o siguiente zona de trabajo y realizar la limpieza y mantenimiento de las piezas.

- Desplazar los puntales y las vigas principales del fondo de la viga hasta el próximo elemento a encofrar y realizar el proceso repetidas veces hasta culminar con la etapa de estructuras. Finalmente, almacenar los elementos que conformen el encofrado para realizar la devolución al proveedor.

- Si se tiene vigas con las mismas características, los puntales y las vigas principales sólo serán trasladadas horizontalmente hacia el elemento a vaciar posteriormente lo que disminuye el recurso de mano de obra y de herramientas.

2.2.3.3.4 ENCOFRADO EN LOSAS

2.2.3.3.4.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Según (Construcción, 2014): Describe a *ENKOFLEX* como un sistema de encofrado horizontal creado para realizar losas macizas y aligeradas, este sistema posee gran versatilidad por su adaptabilidad a cualquier planta así sea irregular. Las características principales son:

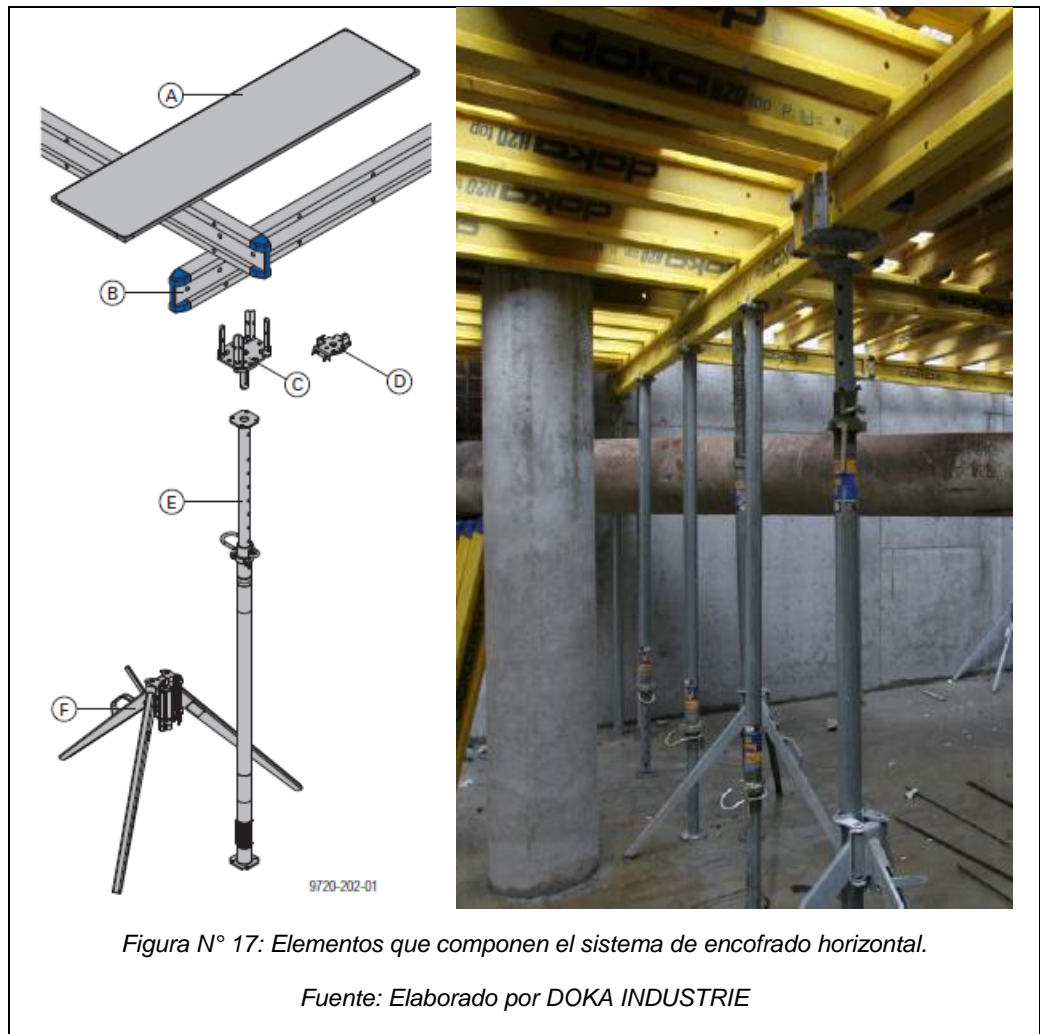
- El control del correcto montaje se puede verificar con facilidad.
- Cuenta con apuntalamientos hasta 5.50 m.
- Se tiene una elección libre del forro del encofrado.

2.2.3.3.4.2 ELEMENTOS QUE COMPONEN ESTE SISTEMA

- Paneles (A): Sirve de recubrimiento entre el encofrado y la zona vaciada para así obtener una superficie de mejor calidad, también protege el perímetro de los cantos y proporciona mejor seguridad laboral ya que existe menor riesgo de resbalamiento.
- Viga (B): Sirve como apoyo del panel y se distingue según su longitud, en vigas principales (3.90 m) y secundarias (2.65 m), este elemento tiene mayor durabilidad ya que cuenta con amortiguadores en los extremos en caso de golpes y cuenta con

puntos de posicionamiento (marcas) para facilitar el montaje y control.

- Cabeza de descimbrado (C): Encargado de estabilizar las vigas principales, cuenta con una función integrada de descimbrado para el rápido desencofrado.
- Cabeza de soporte (D): Sujeta los puntales intermedios en la viga principal y posee un sencillo montaje.
- Puntales (E): Su función es lograr que el encofrado alcance la superficie según las diferentes alturas de obra, cuenta con una capacidad de carga de 20 kN , tiene orificios de inserción numerados para el ajuste de altura, es fácil de retirar así se encuentre sometido a grandes cargas por su forma en rosca, la altura máxima que logra es de 5.50 m , de fácil desplazamiento porque cuenta con garruchas
- Trípode plegable (F): Permite colocar los puntales con flexibilidad en espacios reducidos siendo mayormente en muros o en esquinas.



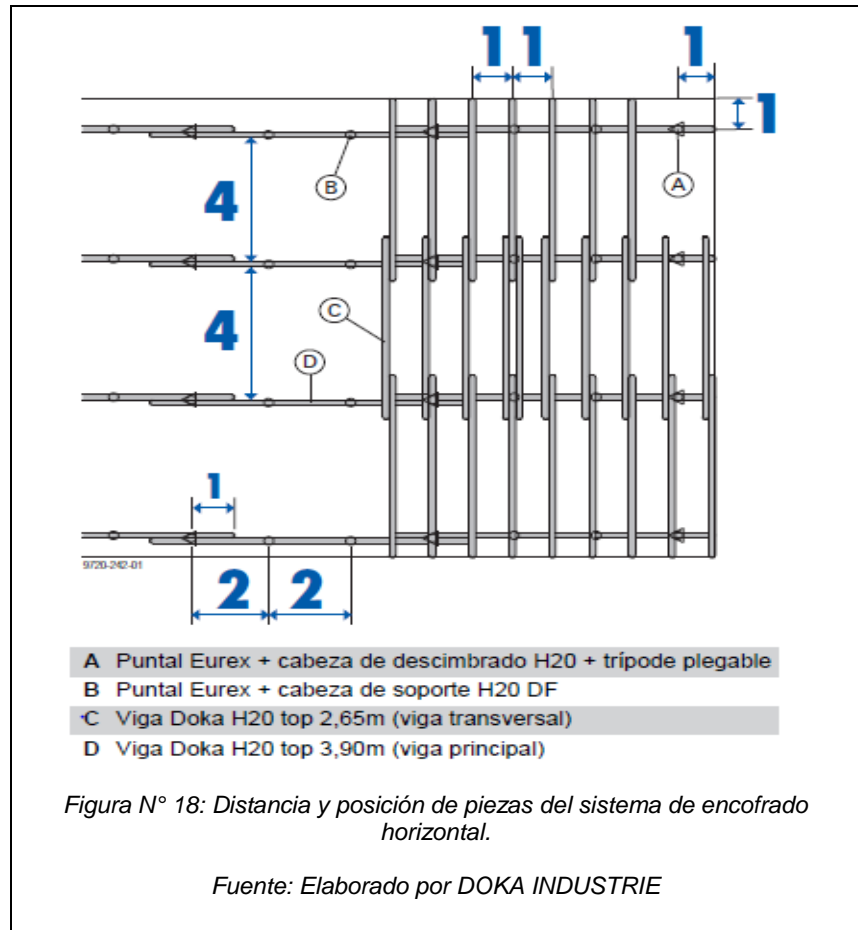
2.2.3.3.4.3 PROCESO DE MONTAJE DE ENCOFRADO

HABILITADO Y ENCOFRADO:

- Distancias y posición de las piezas: El montaje correcto se puede controlar con una simple observación considerando las marcas presentes en las vigas detalladas a continuación:
 - ✓ 1 marca = 0.5 m (distancia máxima entre vigas secundarias).

✓ 2 marcas = 1.0 m (distancia máxima entre puntales).

✓ 4 marcas = 2.0 m (distancia máxima entre vigas principales).

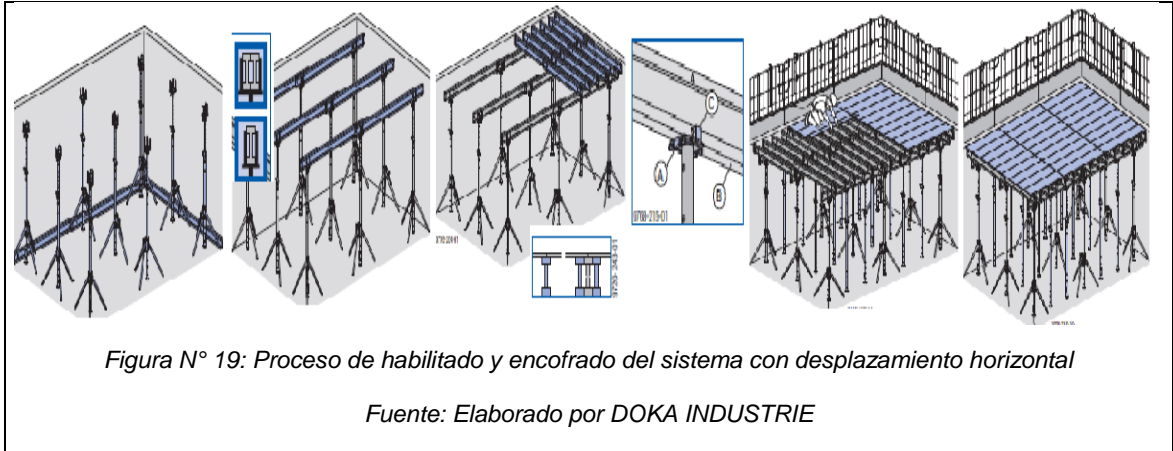


- Colocación de puntales con trípode: Ajustar a grosso modo la altura de los puntales, colocar la cabeza de descimbrado en el puntal dejando un espacio libre entre la cuña y la placa del cabezal (6 cm), colocar el trípode plegable y fijarlo mediante la palanca de

apriete, antes de acceder sobre el encofrado revisar la correcta fijación. En el sistema que proporciona *Doka* se cuenta con marcas en las vigas y al contabilizar 6 marcas se coloca un puntal con trípode plegable, se inicia colocando toda la línea del extremo de la viga principal y la viga secundaria.

- Colocación de vigas principales: Se colocan las vigas principales en las cabezas de descimbrado que pueden sujetar una viga sola o vigas dobles y se nivela a la altura de la losa.
- Colocación de vigas secundarias: Se coloca las vigas secundarias considerando la distancia máxima entre vigas de 1 marca, tener en cuenta que los bordes de los paneles deben estar apoyados sobre una o dos vigas.
- Colocación de puntales intermedios: Colocar la cabeza de soporte en el tubo interior de los puntales y fijarlos, colocarlos cada 2 marcas y evitar que sobrepasen la altura establecida por los puntales con trípode.
- Colocación de paneles: Situarlas sobre las vigas transversales en sentido transversal, el montaje puede realizarse desde abajo con ayuda de un andamio móvil o desde arriba haciendo uso de un equipo de protección personal anti caídas, rociar los paneles colocados con un agente desencofrante y

proceder con el hormigonado, se recomienda utilizar vibradores con protección de goma para evitar daños en los paneles.



DESENCOFRADO:

- Respetando los tiempos de desencofrado se procede a retirar de los puntales intermedios y depositarlos en la zona de almacenamiento.
- Se desciende el encofrado del forjado dando un golpe con el martillo en la cuña de la cabeza del descimbrado.
- Retirar las vigas secundarias y dejar solo las vigas que se encuentren debajo de los paneles.
- Retirar los paneles y el resto de las vigas secundarias que las sujetaban, así mismo las vigas principales.
- En el caso 1 se retiran los puntales con trípode, sujetar la caña con la mano y dejarla

libre soltando la fijación, guiar la caña mientras se introduce dentro del puntal y retirar el trípode del puntal. En el caso 2 se hace el desplazamiento.

- Realizar el traslado de los elementos del encofrado al almacén o siguiente zona de trabajo y realizar la limpieza y mantenimiento de las piezas.

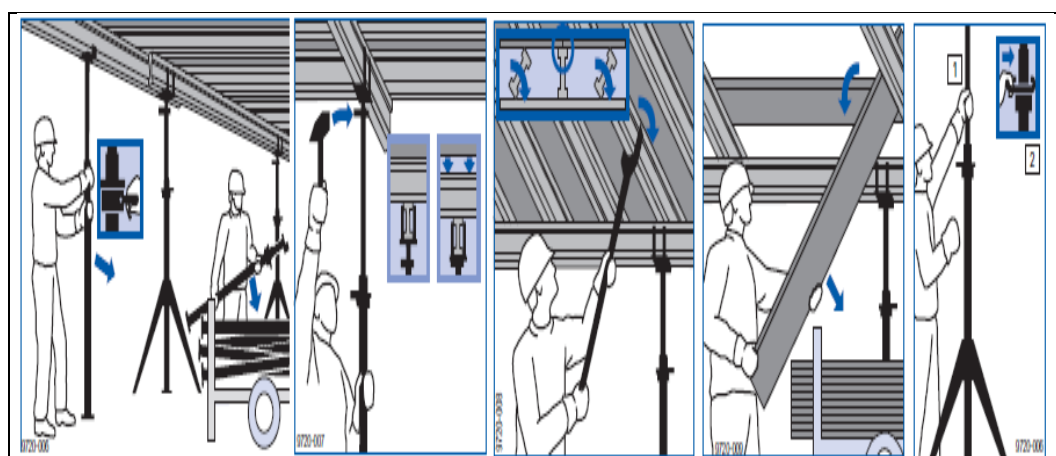


Figura N° 20: Desencofrado del sistema con desplazamiento horizontal.

Fuente: Elaborado por DOKA INDUSTRIE

2.2.3.4 PRESUPUESTO DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

2.2.3.4.1 METRADO EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El metrado de la partida de encofrados para un sistema convencional como para un sistema con desplazamiento horizontal es el mismo (Ver el Anexo N°02).

2.2.3.4.2 PRECIO UNITARIO DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El precio unitario de la partida de encofrados con desplazamiento horizontal se puede apreciar en el Anexo N° 08.

2.2.3.4.3 PRECIO UNITARIO DE LA SUBPARTIDAS DEL ENCOFRADO EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El precio unitario de las subpartidas de encofrados con desplazamiento horizontal se puede apreciar en el Anexo N° 09.

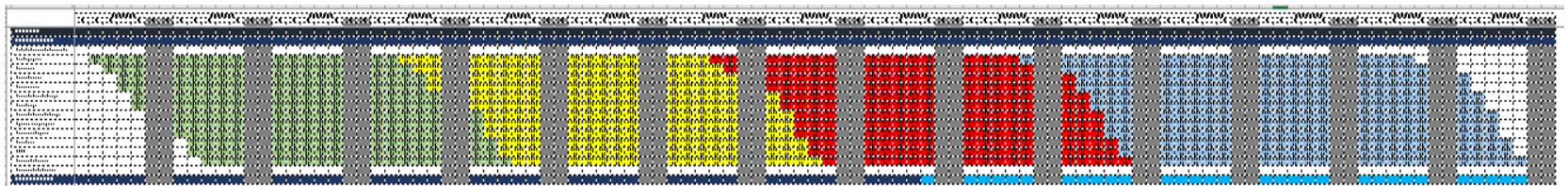
2.2.3.4.4 PRESUPUESTO TOTAL EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El presupuesto total de la partida de encofrados con un sistema con desplazamiento horizontal se puede apreciar en el Anexo N° 10.

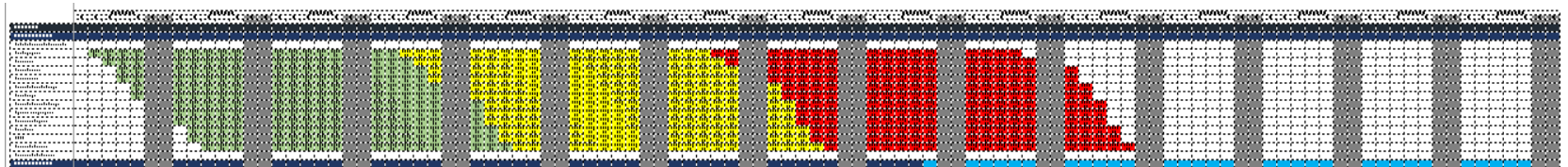
2.2.3.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA PARTIDA DE ENCOFRADOS EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El cronograma de ejecución aplicando un sistema de encofrados convencional se puede observar de manera clara y a detalle en el anexo N°11.

Frente 02



Frente 06



Frente 05

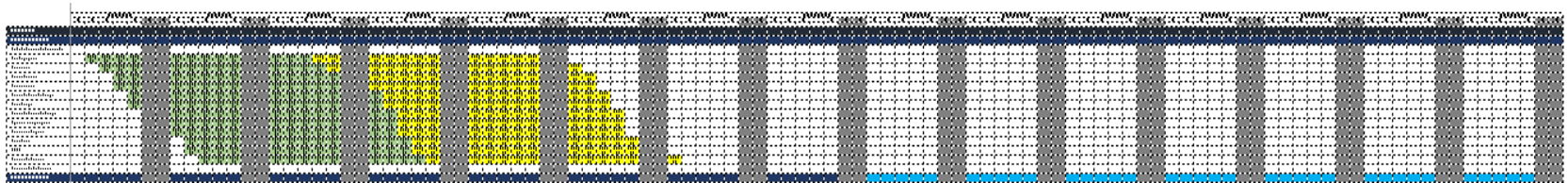


Tabla N° 12: Cronograma de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Adherencia:** Acción y efecto de pegar o unir algo a otra cosa, generalmente utilizando una sustancia.
- **Aleación:** Producto homogéneo, obtenido por fusión, compuesto de dos o más elementos químicos uno de los cuales debe ser el metal.
- **Amortiguador:** Dispositivo que sirve para compensar o disminuir el efecto de choques, sacudidas o movimientos bruscos en aparatos mecánicos.
- **Atortoladas:** Acción de atar cosas juntas.
- **Cangrejeras:** Espacio vacíos que quedan en el concreto que no fue vaciado de la manera correcta.
- **Contingencia:** Posibilidad de que algo suceda o no suceda.
- **Cuadrilla:** Grupo de persona reunidas para el desempeño de algunos oficios o para ciertos fines.
- **Descimbrado:** Retiro del molde que se coloca para que tome forma el concreto.
- **Despiece:** Acción y efecto de dividir una obra o elemento en distintas partes.
- **Devolución:** Restituir algo a quien lo tenía antes.
- **Enfoque:** Acción y efecto de dirigir la atención o el interés hacían un asunto o problema desde unos supuestos previos para tratar de resolverlo acertadamente.
- **Fisuras:** Grieta que se produce en un objeto.

- **Forjados:** elemento que forma la estructura resistente de un piso, suelo cubierta, sustentado a su vez por pilares, vigas o muros.
- **Fraguado:** Acción y efecto de endurecerse la cal, el yeso, etc.
- **Garruchas:** Polea, mecanismos con rueda que sirve para mover o levantar pesos.
- **Gestión:** Acción y efecto de ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo.
- **Grúa:** Máquina compuesta de un aguilón montado sobre un eje vertical giratorio, y con una o varias poleas que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que el brazo describe o del movimiento que puede tener la grúa.
- **Hito:** Persona, cosa o hecho clave y fundamental dentro de un ámbito o contexto.
- **Infraestructura:** conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera.
- **Inventarios:** Asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión.
- **Izado:** Acción y efecto de hacer subir algo tirando de la cuerda de la que está colgado.
- **Ménsulas:** Elemento perfilado con diversas molduras, que sobresale de un plano vertical y sirve para recibir o sostener algo.
- **Montaje:** Armar, poner en su lugar las piezas de cualquier aparato, elemento o máquina.
- **Prelosa:** Losa de hormigón armado con un grosor mínimo de 5 – 6 cm, es una pieza semiacabada a la cual se le ha incorporado la armadura estática en la parte superior.

- **Producción:** Acción de crear cosas o servicios con valor económico.
- **Recubrimiento:** acción y efecto de ocultar o tapar algo por completo con ayuda de otro elemento.
- **Recursos:** Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa.
- **Restricciones:** Limitación o reducción impuesta en el suministro de productos de consumo, generalmente por escasez de estos.
- **Rigidizar:** Acción de aplicarle al elemento propiedades para que este no pueda doblarse.
- **Sectorización:** Delimitación de funciones y competencias en sectores homogéneos de actividad para precisar responsabilidades, evitar duplicidad de funciones y permitir que las decisiones y acciones fluyan de manera rápida y eficiente.
- **Sistema:** Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo.
- **Subcontratación:** Proceso económico empresarial en el que una sociedad mercantil transfiere los recursos y las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una sociedad externa que se dedica a la prestación de diferentes servicios especializados.
- **Tradicional:** Pertenciente a las ideas, normas o costumbres del pasado.
- **Versatilidad:** Capaz de adaptarse con facilidad y rapidez a diversas funciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1.1 MÉTODO GENERAL O TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se está aplicando un método analítico porque se evalúa todo el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y se analizan los elementos que lo componen para determinar su influencia en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras.

3.1.1.2 MÉTODO ESPECÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN

El método específico es la observación directa no experimental ya que se observa el fenómeno en análisis *in situ*, en este caso la aplicación del sistema de encofrados y es no experimental porque los datos tomados no serán modificados posteriormente.

3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del presente estudio es aplicada debido a que, el proyecto aplica un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal que se ha utilizado en otros proyectos para finalmente determinar la influencia que este obtuvo con la finalidad de generar nuevos conocimientos y exponer los resultados obtenidos para posteriores investigaciones.

3.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación de este trabajo es descriptivo - exploratorio ya que en primera instancia se realizará la aplicación de un sistema con desplazamiento horizontal observándose el proceso constructivo para finalmente describir la influencia que tuvo en el Centro Comercial Open Plaza Huancayo.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación fue transversal ya que se realizó la toma de datos en cierto momento en este caso en la etapa de estructuras de la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

La población está determinada por la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la etapa de estructuras en la totalidad del área de la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo, en este caso se cuenta con 30,101.86 m^2 construidos que representan los 06 frentes de trabajo.

3.3.2 MUESTRA

En esta investigación, se procedió a trabajar con el tipo de muestra no probabilística donde la elección de elementos no depende de la probabilidad si no de las características de la investigación, en ese sentido la muestra a evaluar será la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en los frente de trabajo 02, 05 y 06 que cuenta con un área total de 11,349.62 m^2 para los elementos estructurales verticales y horizontales, estos frente de trabajo involucran características similares en número de pisos y abarca toda la fachada de la Prolongación San Carlos.

3.4 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 TÉCNICA UTILIZADA EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En este caso, se realizó la observación directa en campo de la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la etapa de estructuras.

3.4.2 INSTRUMENTO UTILIZADO EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Guía de observación en campo, fotografías, formatos de obra que involucra el trabajo por recursos: herramientas, equipos, mano de obra y materiales.

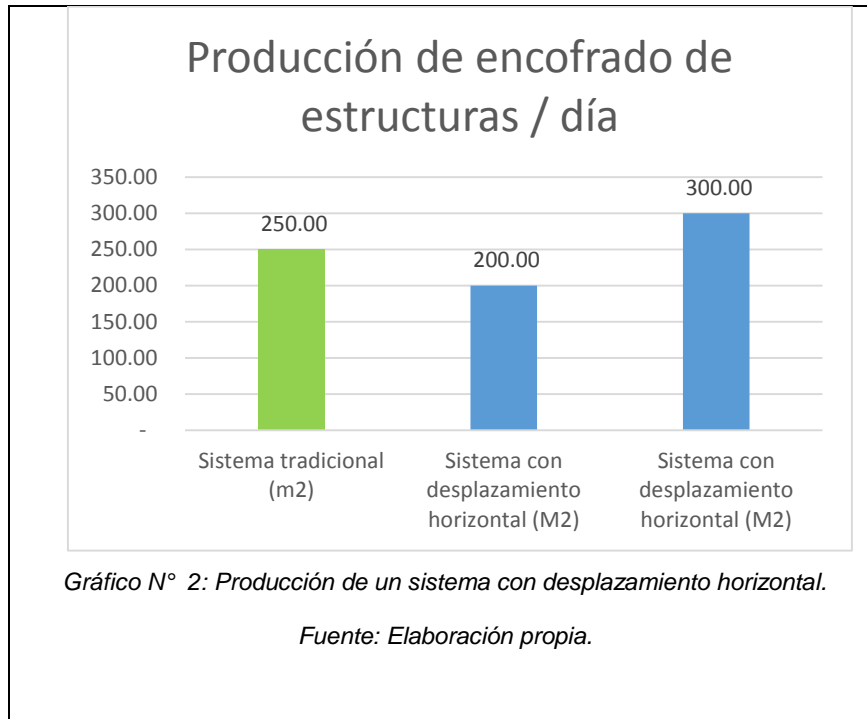
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La investigación se realizó con el objetivo de determinar la influencia en aplicar un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras que se desarrolla en base a los 04 objetivos específicos como lo son: el costo, el plazo, la productividad y la producción. A continuación, se mencionan los resultados obtenidos.

- Respecto al objetivo 01 de obtener la producción: En el Gráfico N° 2 de los resultados del análisis de la partida de encofrados por m^2 se planteó en una primera etapa el uso del sistema de encofrado convencional con un avance por día de 250 m^2 , al analizar este avance habiéndose aplicado en la etapa de ejecución de obra el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal **se tuvo el resultado de avance por día de 200 a 300 m^2 .**

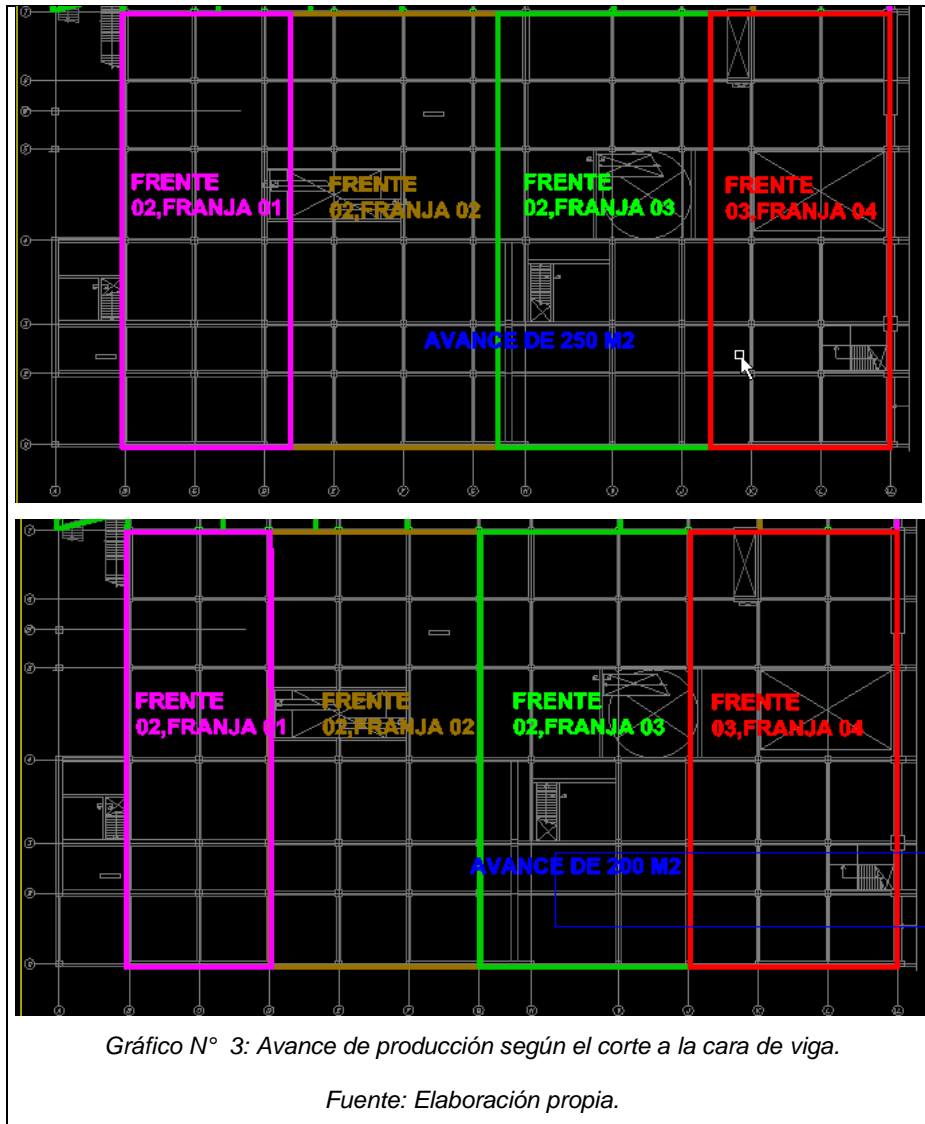


ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

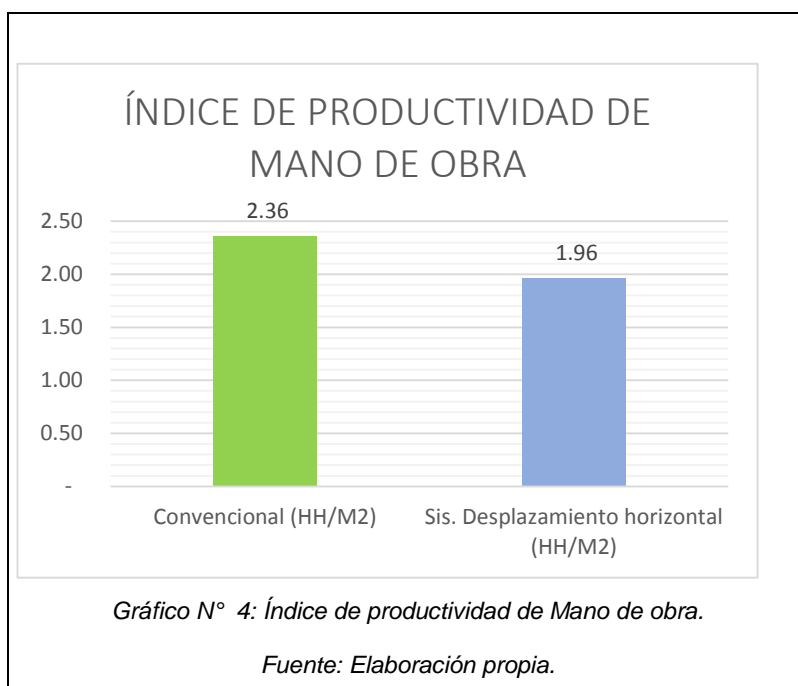
En el planeamiento inicial con un sistema convencional se calculó un avance de 250 m^2 basándose en el plazo de ejecución de la etapa de estructuras, el área de techado y los frentes de trabajo.

- Área techada aproximada: $96,000 \text{ m}^2$.
- Plazo de la etapa de estructuras: 3 meses (65 días útiles).
- Frente de trabajo: 06.
- Avance diario: 250 m^2 .

El avance con un sistema de encofrados con rotación horizontal presenta un avance diario de 200 m^2 que es menor debido a que, en obra se tiene que realizar el corte a la cara de la viga que es la condición primordial para que este sistema funcione. En el proyecto se compensó el avance de los 200 m^2 para no tener retrasos trabajando más horas y avanzando mayor cantidad de área desde los 200 m^2 a 300 m^2 .

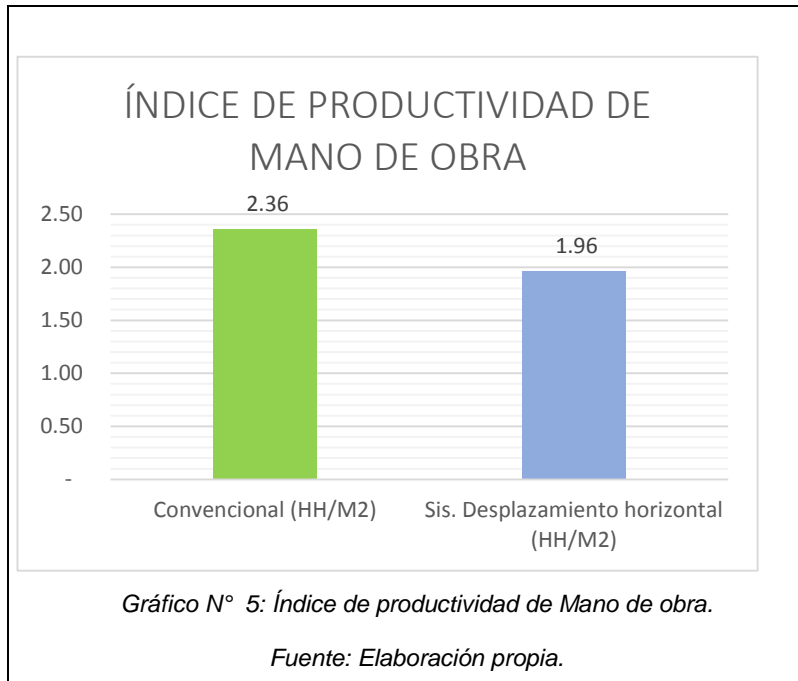


- Respecto al objetivo 02 nos referimos a los índices de productiva: En el Gráfico N° 04 se observa que el índice de productividad con un sistema convencional es de 2.36 horas hombre por m^2 mientras que con un sistema de encofrados con rotación horizontal se tiene un índice de productividad de 1.96 m^2 .

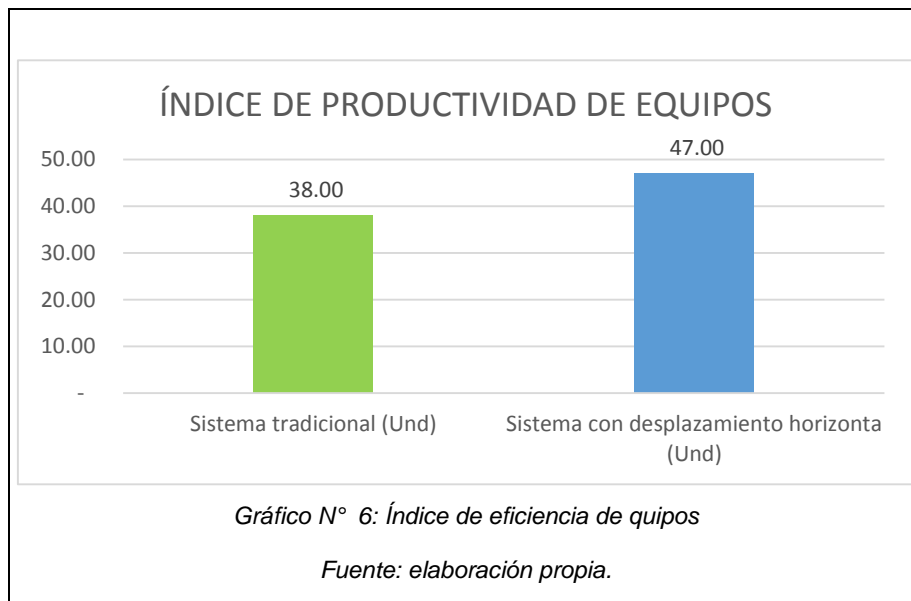


ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La productividad y la eficiencia se calculan contabilizando los recursos invertidos por unidad de medida y este valor es reflejado en los análisis de precios unitarios donde se consideran los recursos de mano de obra, los equipos y materiales. En el proyecto del Centro Comercial Open Plaza Huancayo se trabajaron con índices de producción iniciales obtenidos de la experiencia en otros proyectos para poder calcular el presupuesto con el cliente. En el caso del índice de productividad de la mano de obra se contaba con 2.36 horas hombre por m^2 considerando un sistema de encofrados convencional. En la etapa de ejecución se realizó el cálculo del índice de producción con ayuda del área de Control y Gestión de proyecto quienes analizaron las ratios en campo con una carta balance (Ver anexo N° 12) por 01 mes obteniendo un nuevo ratio con el sistema de encofrados con rotación vertical de 2.02 horas hombre por m^2 y al finalizar el proyecto se calculó la cantidad de horas hombre invertidas para toda la partida de encofrado resultando finalmente un ratio de 1.96 horas hombre por m^2 .



En el Gráfico N° 6 se refleja la eficiencia de uso de los equipos y se observa que al utilizar un sistema con desplazamiento horizontal utilizamos mayor cantidad de encofrado que equivale a un 24 % más que un sistema convencional.



ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Respecto a los juegos de encofrados se calcularon dependiendo del sistema de encofrado a utilizar, la cantidad de frentes y franjas a trabajar. En el sistema de encofrados convencional se está considerando que la cantidad de juegos a solicitar tiene que cubrir todo un piso que cuente con mayor área teniendo que rotar piso a piso.

SECTORIZACIÓN

FRENTE 02

Franja 1 - S4	Franja 1 - S8	Franja 1 - S12	Franja 1 - S16	Construcción Horizontal (Sot 3- P2)
Franja 1 - S3	Franja 1 - S7	Franja 1 - S11	Franja 1 - S15	
Franja 1 - S2	Franja 1 - S6	Franja 1 - S10	Franja 1 - S14	4,746.95
Franja 1 - S1	Franja 1 - S5	Franja 1 - S9	Franja 1 - S13	712.0425

16 juegos

FRENTE 02

Área:	4,746.95 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	297 m ²
Cantidad de sectores:	16
Franjas:	4
Sub - Franjas:	4

FRENTE 06

Franja 1 - S3	Franja 1 - S6	Franja 1 - S9	Franja 1 - S12	Construcción Vertical (Sot 2- P2)
Franja 1 - S2	Franja 1 - S5	Franja 1 - S8	Franja 1 - S11	
Franja 1 - S1	Franja 1 - S4	Franja 1 - S7	Franja 1 - S10	3,318.61
				497.7915

12 juegos

FRENTE 02

Área:	3,318.61 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	260 m ²
Cantidad de sectores:	12
Franjas:	3
Sub - Franjas:	4

FRENTE 05

Franja 1 - S2	Franja 1 - S4	Franja 1 - S6	Franja 1 - S8	Franja 1 - S10	Construcción Vertical (Sot 1- P2)
Franja 1 - S1	Franja 1 - S3	Franja 1 - S5	Franja 1 - S7	Franja 1 - S9	
					2,594.93
					389.2395

10 juegos

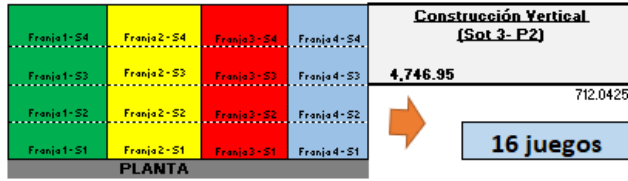
FRENTE 05

Área:	2,594.93 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	260 m ²
Cantidad de sectores:	10
Franjas:	2
Sub - Franjas:	5

En el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal se tiene que considerar la cantidad de frentes, franjas a trabajar y que el encofrado se armará en todos los pisos de una sola franja desplazándose horizontalmente.

SECTORIZACIÓN

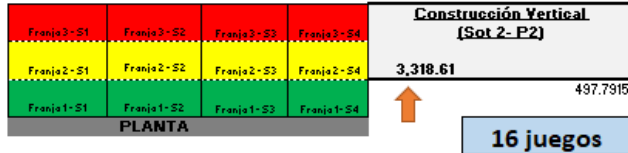
FRENTE 02



FRENTE 02

Área:	4,746.95 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	297 m ²
Cantidad de sectores:	16
Franjas:	4
Sub - Franjas:	4

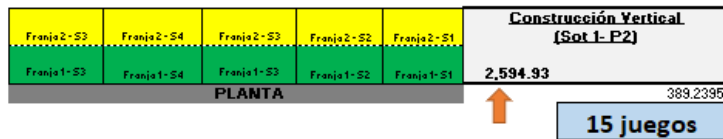
FRENTE 06



FRENTE 02

Área:	3,318.61 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	260 m ²
Cantidad de sectores:	12
Franjas:	3
Sub - Franjas:	4

FRENTE 05



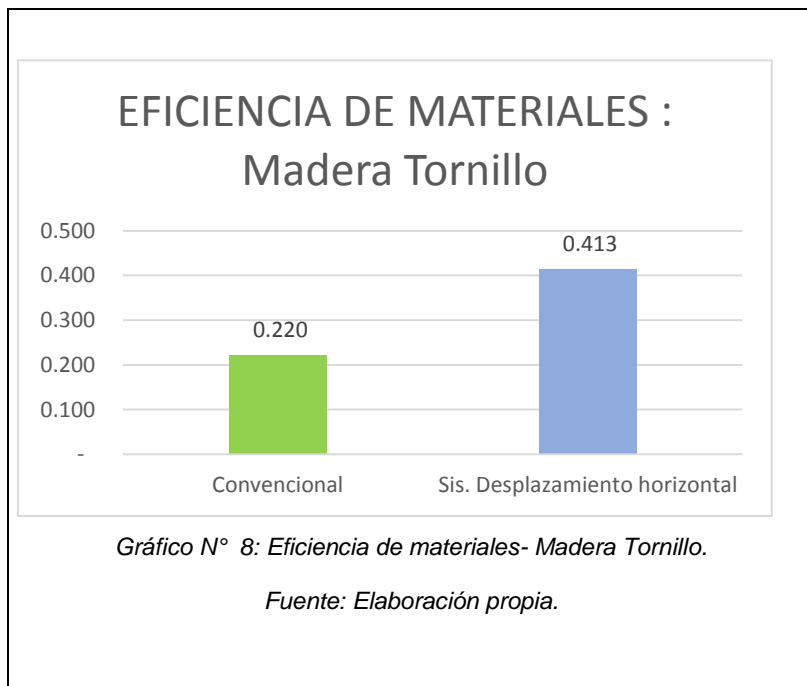
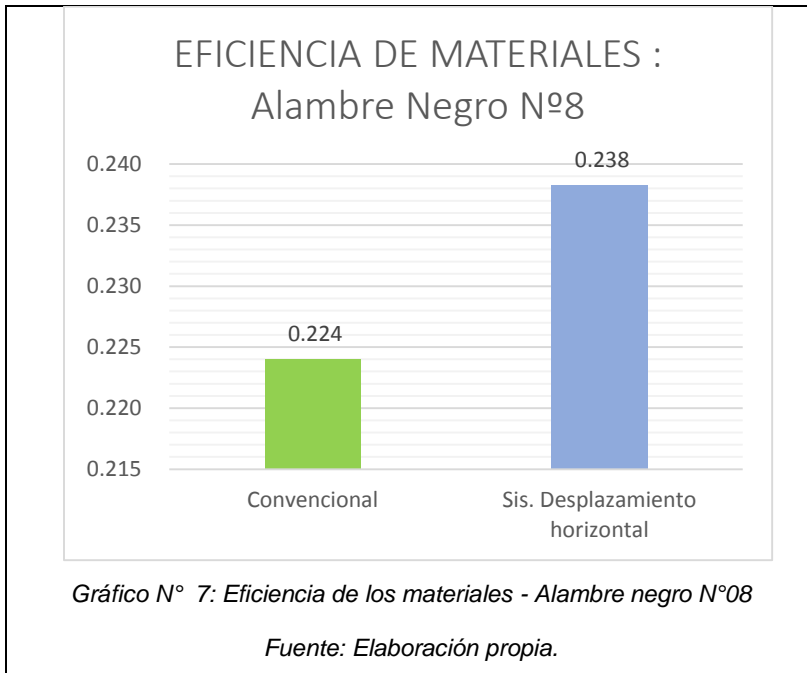
FRENTE 05

Área:	2,594.93 m ²
Tipo de Construcción:	Vertical
Área x sector (Aprox):	260 m ²
Cantidad de sectores:	10
Franjas:	2
Sub - Franjas:	5

- Respecto a la eficacia del uso de materiales aplicando un sistema con desplazamiento horizontal contra un sistema convencional, es variable. En la Tabla N° 13: Eficiencia de materiales, podemos apreciar que el uso de alambre negro es mayor en un 0.06% kg/m^2 , el uso de la madera tornillo es mayor en un 0.088% p^2/m^2 , el uso del triplay *lupuna* es menor en un 0.33% pl/m^2 , el uso de desmoldante es menor en 0.25% gln/m^2 y el uso del clavo para madera es menor en un 0.75% kg/m^2 . Cabe resaltar que los datos sobre la eficiencia de materiales del sistema convencional son tomados de proyectos anteriores y los datos del sistema con desplazamiento horizontal fueron calculados al cierre del proyecto considerando la cantidad total de materiales utilizados para la partida de encofrados.

EFICIENCIA DE MATERIALES			
Material	UND	Sist. convencional	Sist. Desplazamiento horizontal.
Alambre Negro # 8	KG	0.224	0.238
Madera Tornillo	P ²	0.220	0.413
Triplay Lupuna	PL	0.009	0.006
Desmoldante	GLN	0.016	0.012
Clavo para Madera	KG	0.220	0.054

Tabla N° 13: Eficiencia de materiales



EFICIENCIA DE MATERIALES : Triplay Lupuna

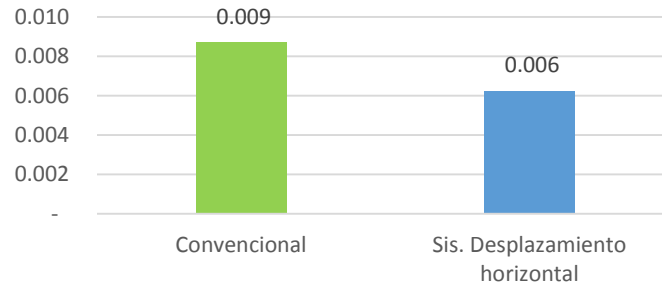


Gráfico N° 9: Eficiencia de materiales – Triplay lupuna.

Fuente: Elaboración propia.

EFICIENCIA DE MATERIALES : Desmoldante

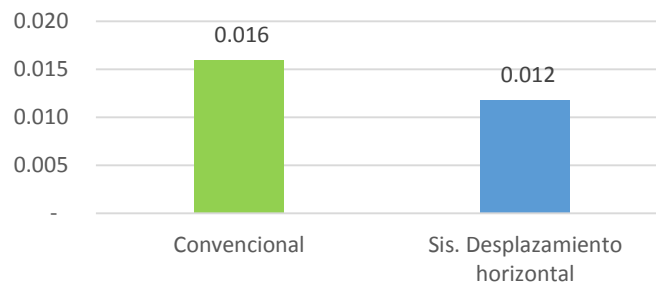
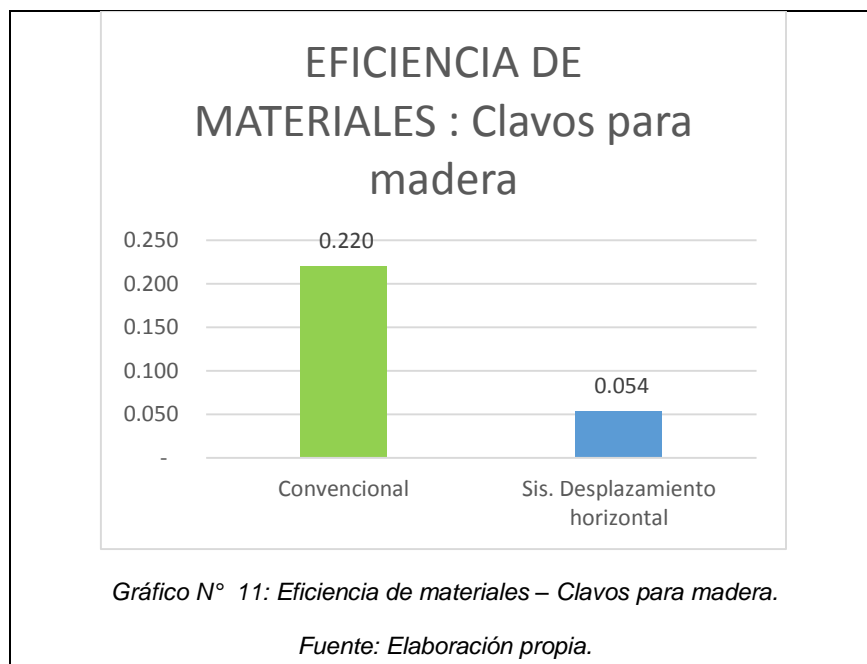
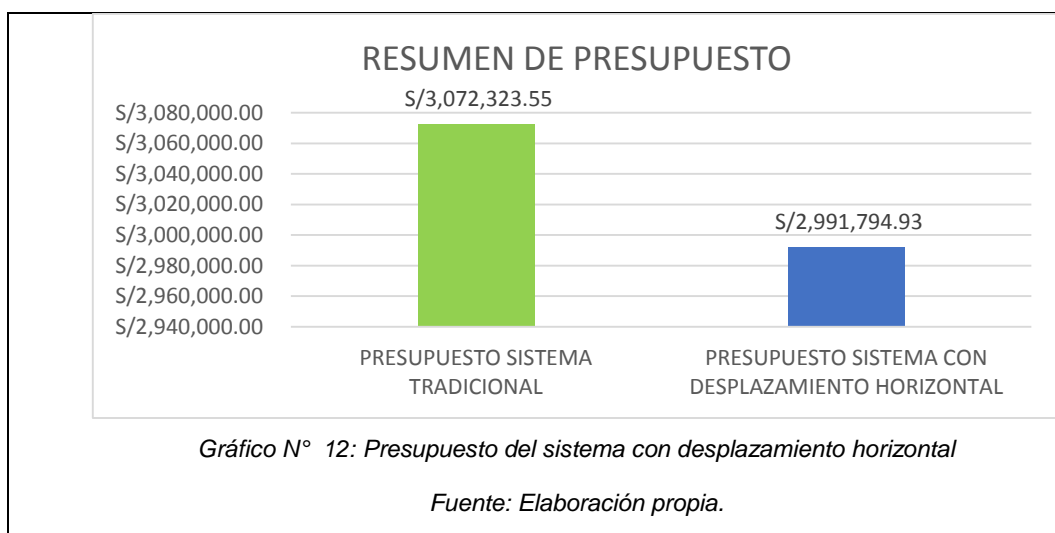


Gráfico N° 10: Eficiencia de materiales – Desmoldante-

Fuente: Elaboración propia.



- Respecto al objetivo específico 03 de obtener el costo en la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo: Se destinó un presupuesto total para los 03 sectores en análisis en la partida de encofrados horizontales y verticales de S/.3,072,323.56 en la etapa contractual. En el Gráfico N° 12: Resumen de presupuestos totales el costo total en obra de S/. 2,991,794.94, con ello el sistema con desplazamiento horizontal **es menos costoso en 0.026%**.



ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

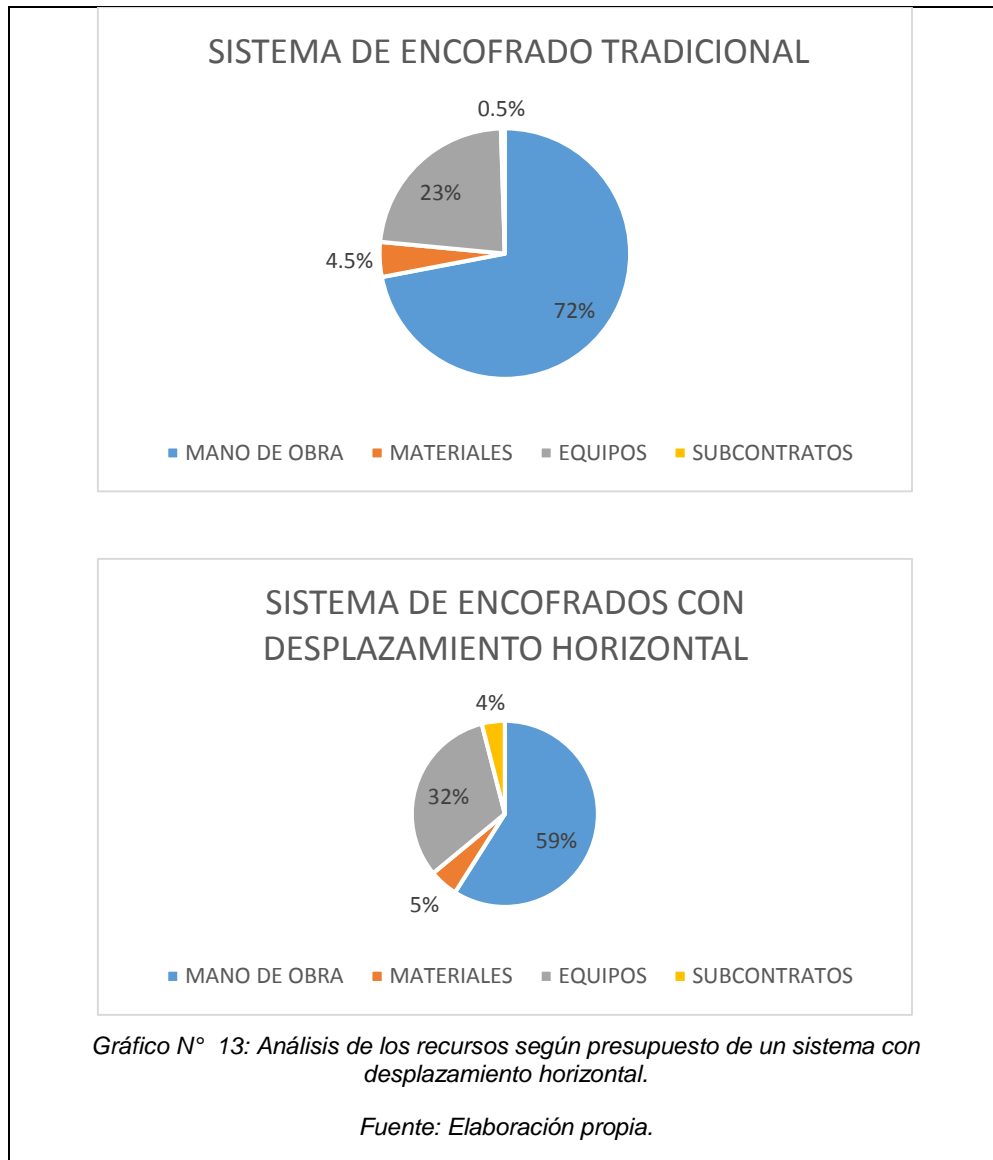
Si bien se reduce el costo de la partida de encofrados, esta reducción es mínima, observándose principalmente la variación en los recursos de mano de obra y en los equipos. En el Gráfico N° 13: Se puede observar que la partida de mano de obra presenta un costo menor del 13% aplicando un encofrado con un sistema horizontal contra un sistema de encofrado convencional mientras que, en equipos de juegos de encofrado se presenta un 9% más del costo planificado, en subcontratos que corresponde a fletes un 4% más y en materiales 1% más.

Al analizar cada recurso, efectivamente la mano de obra se reduce porque se tiene menos trabajo, no contribuido porque con el sistema de encofrados horizontales no existe la necesidad de desarmar todo el encofrado colocado en un paño, sólo se desajustan piezas y se desplaza la totalidad hacia el siguiente paño.

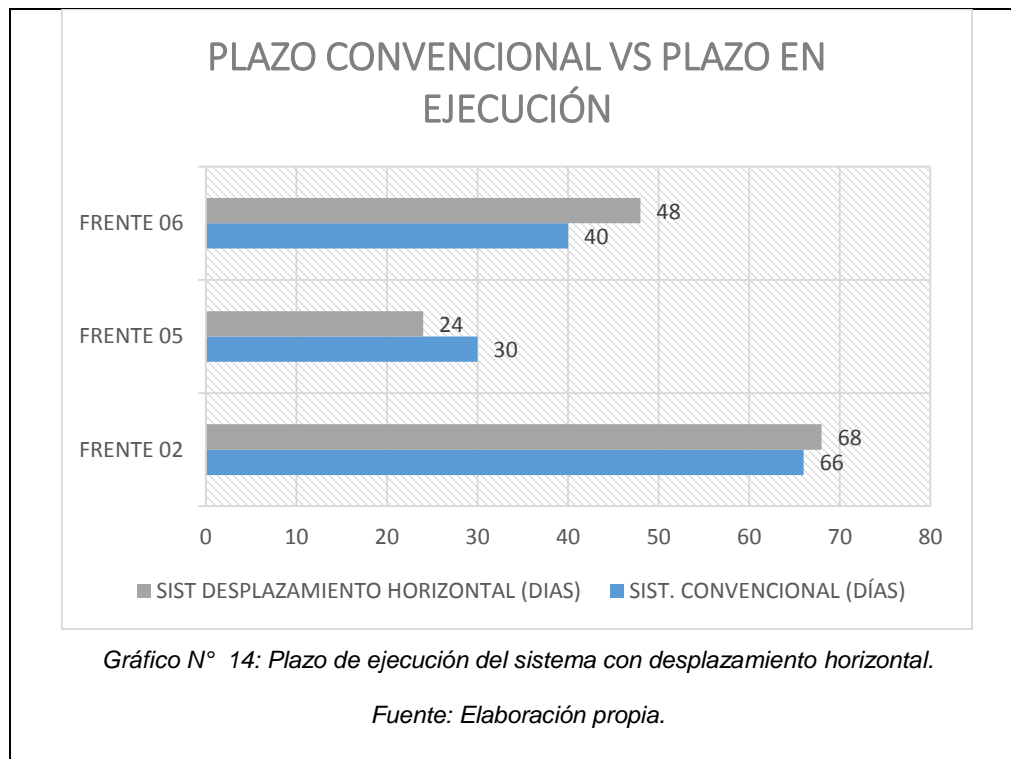
Respecto al equipo, se observa que se incrementa ya que este sistema utiliza más juegos de encofrados de los que se utilizarían, por eso se tiene una mayor cantidad de piezas siendo habitual que en la partida de encofrados cuando se realice la liquidación se tiene un porcentaje del costo destinado a limpieza, reparación y piezas perdidas que aumenta los costos.

Finalmente, el recurso de subcontratos referido principalmente al flete es mayor por lo explicado anteriormente que se tiene una mayor cantidad de juegos y se requiere una mayor cantidad de viajes y unidades de transporte, el costo de materiales aumenta en 1% ya que la eficiencia de la madera tornillo es menor y tiene mayor costo dentro de la partida de precios unitarios si nos referimos a materiales.

Descripción	Presupuesto sistema tradicional	Presupuesto sistema con desplazamiento horizontal
Mano de obra	S/ 2,212,072.96	S/ 1,765,159.01
Materiales	S/ 138,254.56	S/ 149,589.75
Equipos	S/ 706,634.42	S/ 957,374.38
Subcontratos	S/ 15,361.62	S/ 119,671.80
TOTAL	S/ 3,072,323.55	S/ 2,991,794.93



- Respecto al objetivo específico 04, donde se plantea obtener el plazo de ejecución, en el Gráfico N° 14: Se puede observar que los plazos de ejecución son variables en los 03 frentes en análisis. En el frente 06 se observa que tiene 8 días más de ejecución con un sistema con desplazamiento horizontal, en el frente 05 tiene 6 días menos de ejecución y en el frente 02 tiene 2 días más de ejecución.



ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Al realizar el análisis del plazo de ejecución y si analizamos sólo la partida de estructuras, se puede observar que la cantidad de días que se necesita será variable y que dependerá básicamente de la simetría de la estructura y de la cantidad de pisos. En el frente de trabajo 06 se tenía tres franjas y 04 pisos, en el frente de trabajo 05 se tenía 02 franjas y 03 pisos mientras que en el frente de trabajo 02 se tenía 4 franjas y 5 pisos; los plazos de ejecución detallado por frente de trabajo se pueden observar en el Anexo N° 11 donde se ha trabajado el avance por día.

Sin embargo, es importante analizar el plazo considerando la etapa de estructuras y arquitectura en conjunto porque ahí se observa la importancia de utilizar este sistema. En el Gráfico N°15: Podemos observar que la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal reduce el plazo de los 03 frentes de trabajo en análisis ya que al culminar las franjas que colindan con las calles se puede iniciar con los trabajos de arquitectura como fachadas, tabiques y algunas partidas de instalaciones.

SISTEMA DE ENCOFRADOS CONVENCIONAL											
DESCRIPCION	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11
OBRAS PROVISIONALES	X										
ETAPA DE ESTRUCTURAS		X	X	X	X						
ETAPA DE ARQUITECTURA						X	X	X	X	X	X
ENTREGA FINAL											X

SISTEMA DE ENCOFRADOS CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL											
DESCRIPCION	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11
OBRAS PROVISIONALES	X										
ETAPA DE ESTRUCTURAS		X	X	X	X						
ETAPA DE ARQUITECTURA				X	X	X	X	X	X		
ENTREGA FINAL										X	

Gráfico N° 15: Análisis del plazo de ejecución de un sistema con desplazamiento horizontal.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al analizar los resultados obtenidos de la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo se puede afirmar que los resultados obtenidos son confiables debido a que, los datos registrados fueron obtenidos *in situ* observando el proceso constructivo y registrando cada data en los formatos rellenos por los ingenieros Jefes de Campo en obra como tareos donde controlaban las horas trabajadas por los obreros y la partida que ejecutaban (Ver Anexo N°12). Se realizaba el cálculo de la productividad con el apoyo de una carta balance por cada actividad que realizaban, de esta manera se controlaba los tiempos y los tipos de actividades (Ver Anexo N°13). Así mismo, se controlaba el avance con reportes semanales y en caso de presentar atrasos cada ingeniero de frente tenía que, replantear y nivelarse con los otros frentes de trabajo (Ver Anexo N°14). El proyecto inicialmente estaba planificado en construirse con un sistema convencional donde los datos de costos han sido obtenidos del contrato con el cliente y los resultados de sistema de encofrados con desplazamiento horizontal se han obtenido del cierre del proyecto a través del área de Costos.

Al ser un proyecto ejecutado por una empresa de altos estándares involucra diversas áreas para cada actividad a elaborar, se tuvo la limitante en compilar toda la información ya que cada *ítem* analizado involucraba a las áreas de: producción, oficina técnica, planeamiento, administración y almacén; pero estas limitaciones fueron resueltas constatando la información con cada jefe de área.

Los resultados obtenidos pueden ser generalizados en proyectos de edificación que presenten estructuras simétricas y en centros comerciales donde se tienen mayor área y alturas pequeñas que consideran 03 a 04 pisos ya que el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal tiene consideraciones importantes y el utilizarlo en proyectos que involucren más de 04 pisos ocasionaría un costo mayor al de utilizar un sistema habitual. El campo de aplicación de la Ingeniería Civil es amplio por lo que considera utilizar el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en otro tipo de estructuras como: puentes, tanques o en proyectos de edificación donde se realice un planteamiento; mezclando a un sistema de encofrados habitual junto a un sistema con desplazamiento horizontal.

Así mismo, cabe resaltar que los costos deben de ser actualizados a la época actual al igual que a la productividad utilizándolos en proyectos futuros.

En la investigación elaborada se consideraron importantes los factores de producción, productividad, costo y plazo para determinar el grado de impacto de utilizar el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y resolver la hipótesis. Según (Vintimilla Corral, 2012). Refiere al plazo en el que concluye similar a la investigación, enfatizando que por la velocidad de construcción se puede disminuir los plazos de la obra para reducir los costos y generar beneficios de forma anticipada. Del mismo modo (Gordillo Moreno, y otros, 2014): Describe que, al utilizar las plataformas intermedias de trabajo logró reducir el tiempo en 5 semanas por la posibilidad de trabajar en 2 niveles simultáneamente favoreciendo al contratista y al cliente. También (Pinao Elera, 2011): Detalla que la aplicación de encofrados deslizantes se realice a estructuras elevadas que presenten secciones planas y uniformes lo cual proporcionaría mayor productividad y economía en los costos al igual que la investigación en análisis ya que al incrementar la productividad del recurso mano de obra el costo se reduce. Y finalmente (Cáceres Gutiérrez, 2005): Hace referencia a que una de las desventajas de este sistema es que utiliza mayor cantidad de piezas de moldaje.

Al comparar los resultados obtenidos con los de otros antecedentes se observa una similitud en que el plazo y el costo disminuyen. Los resultados de esta investigación son importantes ya que pueden servir como datos meta en otros proyectos con las mismas características o gestionar de una manera más eficaz todo el proceso de la actividad de encofrados logrando mejores resultados. Así mismo, ayuda a los profesionales a conocer mejores procesos constructivos y estos los puedan implementar en su empresa o futuros proyectos.

Respecto a la hipótesis de investigación que hacía referencia a que, la influencia de aplicar un sistema con desplazamiento horizontal era positivo se puede afirmar que la hipótesis de investigación general es aceptada y a partir de esta investigación surgen nuevas ideas de investigación como la importancia de trabajar la ingeniería de diseño con el planeamiento en conjunto o de qué manera se trabajaría el tema de seguridad en la construcción utilizando este sistema.

CONCLUSIONES

1. La influencia de la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras es positiva, ejecuta la partida de encofrados con menor costo y plazo.
2. La producción de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal contra un sistema habitual disminuye de $250 m^2$ a $200 m^2$ de avance por día fundamentado en que se tiene que realizar el corte a la cara de la viga.
3. La productividad mejora en mano de obra, obteniendo $1.96 hh/m^2$ en un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal contra un sistema habitual con índice de productividad de $2.3696 hh/m^2$, la eficiencia en equipos disminuye en 23% y la eficiencia de materiales como alambre, clavos, triplay, madera y desmoldante es variable y dependiendo de la eficiencia con la que cada jefe realice su requerimiento de trabajar en la partida.
4. El proyecto redujo el costo en 0.026% utilizando un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal empleando menores horas hombre por m^2 dado que el recurso mano de obra es de mayor incidencia en cada partida de encofrado. Así mismo, se resalta que el porcentaje del costo no disminuyó en mayor proporción porque el costo de alquiler del encofrado se incrementó al usar más juegos de encofrados por el corte a la cara de la viga. Es importante aclarar que, existen costos no analizados en esta investigación pero que disminuyeron como el costo de uso de vías porque con este sistema los vehículos pueden desplazarse dentro de obra y el costo de acarreo horizontal donde los materiales son entregados en los puntos solicitados.
5. La investigación aplicando el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal presenta un plazo mayor en la etapa de estructuras beneficiando a los proyectos, pero si analizamos la etapa de estructuras y arquitectura del proyecto lograríamos un menor plazo por la etapa de arquitectura que es una de las más variables en construcción y se ejecuta esta partida antes del plazo habitual generando un valor agregado, se concluye que el plazo de este sistema es menor utilizar un sistema habitual.

RECOMENDACIONES

- Se debe plantear que, el área de ingeniería trabaje en conjunto con el área de planeamiento definiendo detalles similares en elementos verticales y horizontales para que se puede establecer que el corte a la cara de la viga coincida con el avance de 250 m^2 como en un sistema habitual.
- Se debe contar con un personal permanente que controle el uso de los encofrados en campo para tener menos elementos perdidos y dañados, también se debe de notificar a cada Jefe de Campo sobre las fechas de desencofrado para no tener encofrado atrapado en obra consumiendo a un equipo que ya cumplió su ciclo.
- Se debe de mantener comunicación constante entre las áreas inmersas en todo el proceso, de esta manera el flujo no se detendría ocasionando perdida en plazo y costo, principalmente el área de producción debe de actualizar el tren de actividades que maneja constantemente y enviar la información al área de subcontratos para que pueda coordinar despachos y devoluciones con los subcontratistas.
- El área de subcontratos tiene que iniciar la licitación de las partidas de arquitectura cuando se inicie con la ejecución de la etapa de estructuras, principalmente las fachadas y las estructuras metálicas que pueda presentar el proyecto.
- Al utilizar el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal se debe de considerar un área de: control de encofrado para poder verificar el material solicitado en su ingreso al almacén, control de tiempo de desencofrado de los elementos para no contar con material atrapado y sin uso, supervisión del buen uso del material para evitar que el gasto por pérdida y mantenimiento se eleve y finalmente devolución de equipo para ahorrar montos de alquiler de encofrado que ya no se utiliza.
- Aplicar el sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en proyectos de gran extensión con 02 o 04 pisos verticales para que el sistema tenga un mejor funcionamiento, no es recomendable utilizar el sistema en proyectos de varios pisos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ACI 318, Comité. 2015.** *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario.* Michigan : American Concrete Institute, 2015.
2. **ANDRÉS MONTOYO, Manuel Marco. 2012.** *Proceso de producción.* s.l. : Universidad de Alicante, 2012.
3. **ARROYO ALIAGA, Jacinto. 2012.** *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?* Huancayo : s.n., 2012.
4. **AYALA CARABAJO, Ruth Elena, CHIMBO CUSME, Cynthia Vanessa y YAGUANA CHAMBA, Diego. 2010.** *Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en la construcción.* Guayaquil : Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2010.
5. **AYALA CARABAJO, Ruth Elena, CHIMNO CUSME, Cynthia Vanessa y YANAGUANA CHAMBA, Diego Gonzalo. 2010.** *Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de construcción.* Ecuador : Escuela superior Politecnica del Litoral Centro de investigación Científica tecnológica, 2010.
6. **BELTRÁN RAZURA, Álvaro. 2011.** *Costos y presupuestos.* s.l. : Instituto tecnológico de TEPIC, 2011.
7. **BESOMI MOLINA, Marco. 2009.** *Comparación Técnica y económica entre moldajes autotrepantes y otros tipos de moldajes especializados para su uso en construcción de edificios.* Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2009.
8. **BRUFAU NIUBÓ, Robert, y otros. 2016.** Edificio Caixa Forum en Zaragoza. España : Sciencedirect, 2016.
9. **CÁCERES GUTIERRÉZ, Cristian. 2005.** *Administración de moldajes en obras de edificación.* Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2005.
10. **CARRO PAZ, Roberto y GONZÁLES GÓMEZ, Daniel.** *Productividad y competitividad.* s.l. : Universidad Nacional de Mar de la Plata.

11. **CAVIGLIONI, Julio. 2014.** *Procesos constructivos*. s.l. : Universidad Nacional de la Plata, 2014.
12. **CLAUDIO, GIORDANI Y LEONI, Diego. 2015.** *Ingeniería Civil*. 2015.
13. **CONSTRUCCIÓN, Ulma. 2014.** *Encofrado Horizontal Enkoflex*. España : Ulma , 2014.
14. **CREMASCHI, MARSILI Y SAENZ. 2011.** *Procesos Constructivos*. s.l. : Universidad Nacional de la Plata, 2011.
15. **DIAZ SANJUÁN, Lidia. 2011.** *La Observación*. México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2011.
16. **DOKA. 2017.** *Doka - Encofrado Dokaflex*. [En línea] *Constructivo*, 12 de 09 de 2017. <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=575>.
17. **GAMARRA, Pedro. 2016.** *Novedosos sistemas de encofrado en la construcción del Edificio ICHMA*. [En línea] *Constructivo*, 13 de 10 de 2016. <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=411>.
18. **GORDILLO MORENO, Cesar Enrique y LÁZARO FRANCO, Renato Josué. 2014.** *Comparación entre el sistema convencional de encofrado y las plataformas intermedias de trabajo caso: Estación Presbítero Maestro*. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2014.
19. **GRACIANI GARCÍA, Amparo. 2000.** *Hacia el nacimiento de la Historia de la Construcción. Origen y devenir de una Ciencia*. Sevilla : s.n., 2000.
20. **HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, Fernandez Collado, Ccarlo y Baptista Lucio, Pilar. 2010.** *Metodología de la investigación*. México : MC GRAW HILL EDUCACIÓN, 2010.
21. **HERRENA NAVARO, Alvaro Armando, MORENO FLORES, Jearson Arturo y ROBLES MENDOZA, Nelson Saul. 2014.** *Diagnóstico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificaciones en la zona oriental de El Salvador*. El Salvador : Universidad de El Salvador, 2014.
22. **HERRERA PACHECO, Moisés y ALFARO FÉLIZ, Omar. 2016.** *Innovadora estrategia constructiva para edificaciones: Construcción Vertical*. Huancayo : s.n., 2016.

23. **HIDALGO PAUCAR, Santiago Pompeyo. 2014.** *Encofrado Marco Frami Xlife/ Frami ECO.* s.l. : DOKA, 2014.
24. **IGNACIO MIANGOLARRA, José. 2009.** *Seguridad Práctica en la construcción.* Barakaldo : Osalan, 2009.
25. **INDUSTRIE, Doka. 2014.** *Dokaflex 1-2-4.* s.l. : Doka, 2014.
26. **LOJA SUCONATA, Martha Azucena. 2015.** *Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de la Cuenca.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2015.
27. **MARÍN TAFUR, Juan Carlos. 2015.** *youtube. [En línea] Tafur Marín Ingeniería.,* 11 de Diciembre de 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=2znbQpuJ8jA>.
28. **MEDINA SÁNCHEZ, Eduardo. 2008.** *Construcción de estructuras de hormigón armado edificaciones.* Madrid : Delta, 2008.
29. **MARÍN VILLADA, Alba Lucía. 2008.** *Métodos y estrategias de investigación.* 2008.
30. **NUÑEZ MACHUCA, David Enrique y SALINA CRUZ, Jaime Oscar. 2013.** *Propuesta de mejora en el proceso de encofrado para disminuir los trabajos de rectificación de muros y losas en departamentos de viviendas masivas de la empresa BESCO.* Lima : Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2013.
31. **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.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2014.
32. **ORIHUELA, Pablo, y otros. 2010.** *Construye seguro Manuel del maestro constructor.* Lima : Corporación Acero Arequipa, 2010.
33. **PADILLA DEL AGUILA, Luis Enrique. 2009.** *Encofrado de Pilares LGR.* España : Ulma Construcción, 2009.
34. **PINAO ELERA, Erik Pavel. 2011.** *Aplicación de encofrado deslizantes en estructuras verticales.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
35. **PONS ACHELL, Juan Felipe. 2014.** *Introducción a Lean Construcción.* Madrid : Fundación Laboral de la construcción, 2014.

36. **RAMÓN RUIZ, Limón. 2007.** *El método científico y sus etapas.* México : s.n., 2007.
37. **RUIZ LIMÓN, Ramón. 2007.** *Historia y evolución del pensamiento científico.* 2007.
38. **SAC, Entrepisos Lima. 2012.** *Ficha de Procedimiento instalación de prelosas.* Lima : s.n., 2012.
39. **CONSTRUCCION, Ulma.** *Sistemas Autotrepantes.* España : s.n.
40. **VALENZUELA REYNAGA, Rodolfo, y otros.** *La planeación de tiempos y costos como estrategia en la administración de proyectos.* s.l. : Instituto Tecnológico de Sonora.
41. **VELARDE MENDOZA, Hernan. 2011.** *Procedimiento Constructivo en un edificio multifamiliar.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2011.
42. **VINTIMILLA CORRAL, José Bernardo. 2012.** *La influencia de los encofrados deslizantes en la construcción de las torres de un puente.* Ambato : Universidad técnica de Ambato, 2012.

ANEXOS

- Anexo N° 01: Matriz de investigación.
- Anexo N° 02: Metrado de la partida de encofrados.
- Anexo N° 03: Precios unitarios de la partida de encofrados con un sistema convencional.
- Anexo N° 04: Precios unitarios de las subpartidas de encofrados con un sistema convencional.
- Anexo N°05: Presupuesto contractual con un sistema convencional.
- Anexo N°06: Cronograma de ejecución con un sistema convencional.
- Anexo N°07: Informe de vaciado a cara de vigas y columnas
- Anexo N°08: Precios unitarios de la partida de encofrado con desplazamiento horizontal.
- Anexo N°09: Precios unitarios de las subpartidas de encofrado con desplazamiento horizontal.
- Anexo N°10: Presupuesto total de la partida de encofrados con desplazamiento horizontal.
- Anexo N°11: Cronograma de ejecución con un sistema de encofrados con Desplazamiento horizontal.
- Anexo N°12: Tareo de personal
- Anexo N°13: Carta balance
- Anexo N°14: Reporte de avance semanal
- Anexo N°15: Registro fotográfico