



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

MONOGRAFÍA

**ELABORACIÓN DE CARTILLA GUIA PEDAGÓGICA PARA LA APLICACIÓN
DEL MÉTODO STEN EN CONSTRUCCIONES VERTICALES**

PRESENTADO POR:

ARNOL ALEXANDER GONZALEZ PEDRAZA CÓDIGO: 504307

DOCENTE ASESOR:

INGENIERO DIEGO AURELIO GANTIVA ARIAS I.C.-M.Sc.

BOGOTÁ, D. C., 26 DE OCTUBRE DE 2017

NOTA DE ACEPTACIÓN:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO NO. 1

FIRMA DEL JURADO NO. 2

FIRMA DEL DIRECTOR



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

DEDICATORIA

Son mis padres los que siempre me han apoyado incondicionalmente en cada etapa nueva de mi vida, me han guiado y brindado sus mejores deseos en cada reto profesional y académico, son ellos la razón de ser cada día mejor y de dedicar este trabajo de investigación con el ánimo de retribuir y agradecer cada uno sus esfuerzos, amor y dedicación que me han entregado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios y a la Virgen por iluminarme el camino.

Agradezco a mi familia que con su amor, apoyo, consejos y confianza ayudaron a culminar exitosamente esta etapa de mi vida.

Al Ingeniero Diego Aurelio Gantiva Arias mi más sincero agradecimiento por su guía, apoyo y conocimientos aportados a este Trabajo de Grado.

A la empresa STEN COLOMBIA por confiar en mí y aportar su conocimiento y experiencia.

Y a todas las personas que de una u otra manera me dieron palabras de aliento y fortaleza durante el desarrollo de este Trabajo de Grado.

TABLA DE CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	9
1.1.	ANTECEDENTES.....	10
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2.1.	Descripción del problema.....	10
1.2.2.	Formulación del Problema.....	11
1.3.	OBJETIVOS	11
1.3.1.	Objetivo general.....	11
1.3.2.	Objetivos Específicos	11
1.4.	JUSTIFICACIÓN	12
1.5.	DELIMITACIÓN.....	12
1.5.1.	Espacio.....	12
1.5.2.	Tiempo	12
1.5.3.	Contenido.....	12
1.5.4.	Alcance	13
1.6.	MARCO REFERENCIAL.....	13
1.6.1.	Marco teórico.....	13
1.6.2.	Marco conceptual.....	17
1.7.	METODOLOGÍA	18
1.7.1.	Tipo de Estudio.....	18
1.7.2.	Fuentes de Información	19
1.8.	DISEÑO METODOLÓGICO	19
2.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	20
2.1.	ENCOFRADO	20
2.2.	LOSA DE ENCOFRADO HISTORIA	23
2.3.	DESENCOFRADO.....	24
3.	CONCLUSIONES	25
4.	RECOMENDACIONES	26
	BIBLIOGRAFÍA	27
	ANEXOS	29

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Formaleta STENmetro	14
Figura 2. Parales STENmetro	15
Figura 3. Correas y Portacorreas.....	15
Figura 4. Sistema STENmetro	16
Figura 5. Modelo del sistema	17

GLOSARIO:

Acero: Aleación de hierro y carbono, en la que este entra en una proporción entre el 0,02 y el 2 %, y que, según su tratamiento, adquiere especial elasticidad, dureza o resistencia.

Área: Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.

Basculante: Moverse un cuerpo de un lado a otro respecto a un eje vertical.

Camilla: Es una estructura en madera con 3 repisas principales y 16 tablillas de 8 cm en pino y se usa para fundir palcas o losas de concreto.

Cercha: Estructura metálica que sirve de apoyo a las teleras en un encofrado, está construida por celosías metálicas de acero redondo y ángulos, viene en longitudes de 3 metros.

Cincados: Dicho de un objeto: Cubierto con un baño de cinc.

Deformación: La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.

Encofrado: Molde formado con tableros o chapas de metal o de material análogo, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua, y que se desmonta después.

Estructura: Distribución y orden de las partes importantes de un edificio.

Fortuito: Que sucede inopinada y casualmente.

Límite Elástico: Es la tensión máxima que un material elastoplástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.

Parales: Madero que sale de un mechinal o hueco de una fábrica y sostiene el extremo de un tablón de andamio.

Reutilización: Acción y efecto de reutilizar.

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

La Ingeniería Civil tiene entre sus ventajas su enorme área de desempeño, ya que maneja áreas como estructuras, aguas, vías y transporte, suelos etc. En la actualidad, el conseguir empleo en el área de Ingeniería Civil depende mucho en la experiencia que cada persona haya obtenido a lo largo de su vida como estudiante.

Esto ha generado una gran demanda en el área de ingeniería civil y gracias a ello las empresas pueden darse el lujo de buscar las personas idóneas para estos cargos, teniendo en cuenta la experiencia que la persona posea en el área a la que se postula.

Entendiendo todas las razones anteriormente mencionadas, es clara la importancia del primer empleo obviando el hecho de que éste aterriza todos los conceptos vistos en la universidad.

Gracias a esta experiencia se pueden obtener nuevos conocimientos, como es el caso del método llamado STENmetro, un proceso muy novedoso que reemplaza el modelo clásico de cerchas con camillas.

En el mundo de la construcción existen muchos métodos para la elaboración de proyectos verticales y se prioriza uno en particular que es la construcción con cerchas y paraleles, que es utilizado en la actualidad en muchos de los proyectos de construcción y nos será muy útil en la vida profesional. Sin embargo, tenemos que estar actualizados en el campo de la ingeniería ya que los métodos rápidos y eficientes son los que predominan en esta área.

De allí la importancia de aprender nuevos métodos de construcción que servirán a los alumnos a tener una mayor competitividad en el ámbito laboral.

El propósito entonces, de esta cartilla es la de transmitir a los profesionales nuevos de la Ingeniería Civil los procedimientos paso a paso en el sitio de obra, mostrando su método constructivo y ventajas. Para lograrlo, se cuenta con la colaboración del Ingeniero Edison Paz en la constructora CONSTRUCCIONES DRF S.A.S. no sólo por el acceso y práctica continuada de los procedimientos en obra, sino con la colaboración y asesoría de los Ingenieros y personal técnico de STEN COLOMBIA.

1.1. ANTECEDENTES

Las evidencias muestran que el proceso de globalización está incrementando y esto hace que empresas extranjeras lleguen a Colombia con nuevos métodos constructivos, lo cual es positivo para el país ya que gracias a la globalización podemos aprender e implementar nuevos métodos utilizados en el mundo. Un claro ejemplo es el método constructivo vertical STENmetro, sobre el cual desafortunadamente aún no se encuentra mucha información en la red para poder aportar a esta descripción de antecedentes.

Gracias a la colaboración de STEN Colombia se ha logrado adquirir información importante para aportar a este ítem.

Desde el año 1982 desarrollan, fabrican y comercializan sistemas de encofrado que ofrecen soluciones para cualquier proyecto de edificación y obra civil. Esto les ha dado la experiencia para caracterizarse por un alto grado de innovación tanto a nivel técnico como funcional.

En esta constante búsqueda se llega a fabricados con materiales de primera calidad que garantizan la resistencia y durabilidad de sus componentes.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Descripción del problema

El desarrollo de la Ingeniería Civil ha venido evolucionando gracias a la ayuda de la tecnología y nuevas estrategias en su estudio. Por ello, la salida de métodos nuevos en la construcción o la actualización de los antiguos son inevitables, ya que en el área de la construcción siempre se buscará el método más práctico junto con costos razonables para realizar el proyecto.

En consecuencia, la pregunta que será el hilo conductor de este trabajo, es la siguiente:

¿Cuál es el procedimiento más adecuado para mejorar los procesos constructivos verticales modernos, cuando se emplea el método STEN para encofrados?

1.2.2. Formulación del Problema

En el área de las construcciones verticales es muy frecuente la utilización de cerchas, camillas y paraleles, por lo que era inevitable que se buscaran métodos más prácticos para facilitar el trabajo y así ahorrar tiempo y costos.

En la búsqueda de estos métodos se desarrolló el método de formaleta con STENmetro un método que en la actualidad es muy utilizado en obras de gran magnitud.

Por estas razones es muy importante que se estudie el método de construcción vertical STENmetro en la Universidad Católica de Colombia ya que estos estudiantes serán los próximos residentes o directores de estas obras y obtendrían una ventaja puesto que al estar mejor preparados ahorrarían tiempos de capacitación.

Con la realización de esta cartilla pedagógica se busca que lleguen con estos conocimientos a las obras en las cuales se están implementando estos métodos constructivos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una cartilla pedagógica para los estudiantes de la Universidad Católica de Colombia sobre el empleo del método de construcción STENmetro en proyectos verticales.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información sobre el método de encoframiento STENmetro por medio de visitas a obras y encuentros con expertos.
- Realizar la descripción de los materiales requeridos en el sistema de encoframiento STENmetro.
- Realizar el análisis de cargas sobre el método de encoframiento STENmetro.
- Describir paso a paso el método de encoframiento STENmetro para el montaje y desmontaje en obra.
- Analizar rendimientos y costos en obra sobre el método de encoframiento STENmetro.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El medio más adecuado para conseguir que los estudiantes asimilen el aprendizaje es a través de esta cartilla didáctica, ya que permite el fácil acceso al conocimiento que se quiere impartir. Por ello, la presentación de esta es de gran aplicabilidad por lo que recoge todo un proceso de enseñanza, usando un lenguaje de fácil entendimiento, fotografías y gráficos para garantizar la total comprensión.

Para poder lograr obtener esta información sobre la historia de este método constructivo STENmetro se va a trabajar en conjunto con la empresa STEN COLOMBIA, la cual tiene dentro de sus objetivos de proyección social el hacer conocer y extender en la práctica este método constructivo.

1.5. DELIMITACIÓN

El estudio se limitará únicamente a experiencias vividas en campo, visitas a diferentes obras en las cuales el sistema STENmetro se esté implementando, recolección de información por medio de expertos en el tema como personal autorizado de STEN COLOMBIA e Ingenieros con bastante experiencia en obras de encofrado.

1.5.1. Espacio

Será brindado por STEN COLOMBIA en las obras que ellos creen que sean las adecuadas para realizar el estudio. Igualmente, la empresa ha colocado a disposición del investigador los laboratorios que ellos tengan a su disposición con sus respectivas bases de datos.

1.5.2. Tiempo

Será el lapso establecido por la Universidad Católica de Colombia para realizar esta actividad, en los que se desarrollará la cartilla pedagógica del método de encoframiento STENmetro.

1.5.3. Contenido

Está representado por los resultados obtenidos en campo, con base a la experiencia y se centrará en los objetivos específicos, como lo son la descripción de los materiales requeridos en forma clara e ilustrada para la construcción, análisis de cargas mostradas en tablas que servirán como guía para calcular la cantidad elementos requeridos, una guía sencilla la cual explicara el paso a paso del sistema de montaje STENmetro, así mismo el desmontaje y la comparación con el método cerchas-camillas en aspectos como lo son costos y rendimientos.

1.5.4. Alcance

Este será limitado al acompañamiento que se obtenga del personal autorizado por STEN COLOMBIA, ya que gracias a ellos se tendrá acceso a los datos obtenidos en laboratorio y a las obras que en este momento STEN COLOMBIA está realizando. Con estos datos obtenidos se podrá realizar la cartilla guía propuesta en el trabajo.

1.6. MARCO REFERENCIAL

1.6.1. Marco teórico

Las losas o placas de entrepiso son los elementos rígidos que separan un piso de otro, construidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales, cumplen principalmente dos funciones.

- A. Función arquitectónica: Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.
- B. Función estructural: Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques.

El armado y ejecución de una placa aérea o de entrepiso posee varias etapas generales, cada una de las cuales debe ser realizada de forma precisa y cuidadosa.

Es verdad que el marco teórico se desarrolló en el proceso de visitas y asesorías con la empresa STEN COLOMBIA, todos estos plasmados en el anexo que es la cartilla pedagógica, pero a título informativo se presentan a continuación, propiedades y funciones:

Tablero STENmetro: Son estructuras usadas de forma temporal para sostener la placa de entrepiso mientras ésta adquiere las propiedades mecánicas óptimas para la cual fue diseñada. En conjunto con elementos verticales (parales) y horizontales (correas y porta correas) conforman el sistema de encofrado sobre el cual se apoyan los tableros que sirven como base de la placa que se va a fundir.

Figura 1. Formaleta STENmetro



Fuente: Autor

Es de gran importancia que antes de usar la formaleta, se haga una inspección de su superficie para asegurar que no tenga ninguna imperfección, agujeros, debido a que si se presentan daños pueden generar derrames de concreto en placas inferiores, obligando a realizar reparaciones y arreglos posteriores de forma innecesaria.

Parales: Los paraleles vienen armados en dos secciones, una de mayor diámetro que la otra, para que de este modo se pueda ajustar la altura deseada, asegurándolo con un pasador. Estos paraleles son diferentes a los usualmente utilizados en cerchas ya que poseen una conexión especial para que casen perfectamente con los porta correas.

Figura 2. Parales STENmetro



Fuente: STEN

Correas y porta correas: Son estructuras usadas de forma horizontal y su utilidad es la conexión entre los paraleles y la formaleta STENmetro.

Cada correa y porta correa contiene un sistema de anclaje compuesto de dos partes (macho y hembra) que permite un ensamble rápido y seguro.

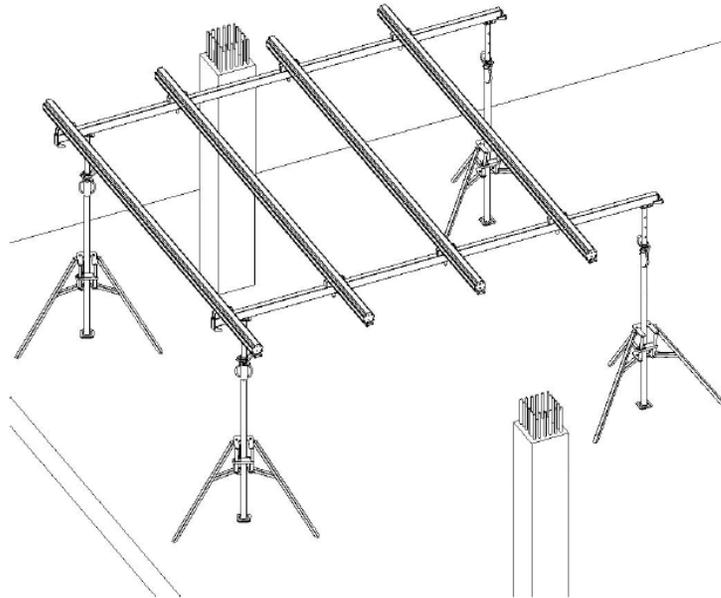
Figura 3. Correas y Portacorreas



Fuente: Autor

Los materiales anteriormente mencionados cuando se juntan tienen como función el soporte de la cama para la fundida de entrepisos y todo lo que esto conlleva como lo es el soporte de vigas, viguetas, concreto, personal, máquinas de afinado, etc.

Figura 4. Sistema STENmetro



Fuente: STEN

Todo este procedimiento tiene un objetivo, que es fundir placas en concreto de una manera rápida y eficaz. El concreto se ha convertido en el material de construcción más ampliamente utilizado en todo el mundo debido a su extraordinaria versatilidad en cuanto a forma (se puede moldear), función (uso estructural y no estructural) y economía, ya que la tecnología desarrollada a su alrededor hace posible su competencia no solo con las construcciones de piedra y madera, sino también con acero.

Su desarrollo se ha visto estrechamente vinculado al del “concreto reforzado”, debido a que inicialmente se le concibió para fines estructurales.

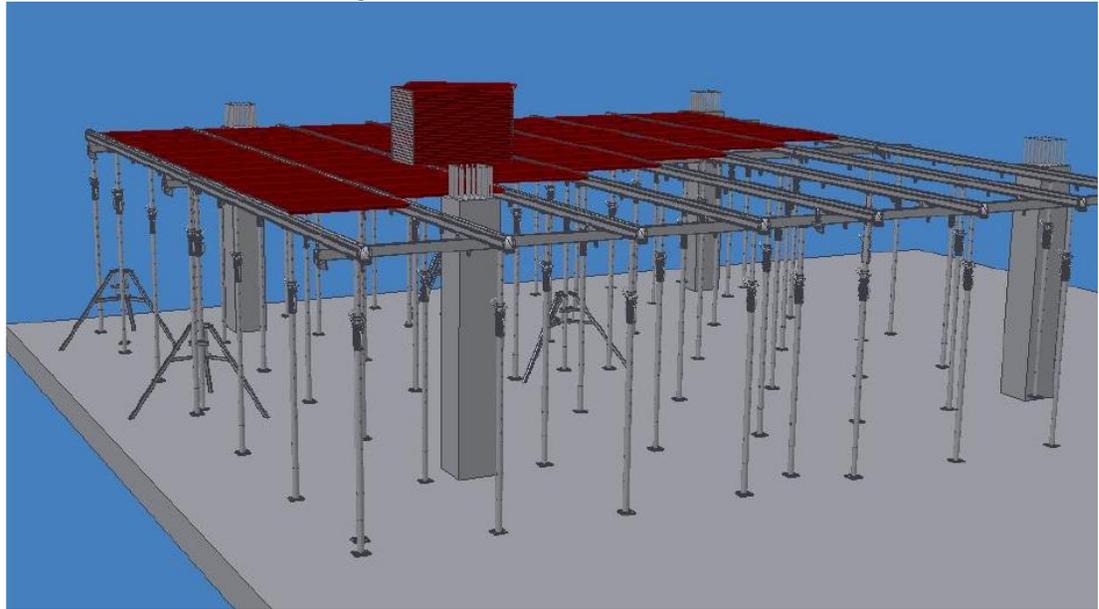
En términos generales, el concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Por tal motivo, las propiedades y características del concreto se estudian con el fin de determinar el diseño de mezcla adecuado (proporciónamiento de sus ingredientes) para las condiciones específicas de un proyecto dado.

Esto es fundamental para aplicar el método STENmetro ya que el objetivo es mejorar el rendimiento en tiempos y esto solo se logra si el concreto tiene un fraguado acelerado.

Esto genera beneficios tales como permitir acabados generando un mayor rendimiento de obra, se puede bombear y es muy usado en sistemas constructivos que demandan acabado rápido y pronto desencofrado.

Figura 5. Modelo del sistema



Fuente: STEN

1.6.2. Marco conceptual

Según el marco teórico, los materiales usados para la correcta ejecución del método de construcción vertical STENmetro son similares al ya conocido de camillas y cerchas, pero con la introducción de otros conceptos y elementos como son los de correas, porta correas etc.

En la utilización de estos nuevos elementos hace que elaborar la cama que sostendrá las vigas, viguetas, casetón y otros elementos que se requieran sea una manera más práctica, esto porque el personal para la realización del trabajo se reduce por su fácil maniobrabilidad, ya que como los elementos son más livianos respecto a el método de cerchas hace su armada más sencilla y esto afecta positivamente en los tiempos de armado de cama.

Si analizamos la tabla STENmetro notamos dos beneficios importantes:

Deformación: La tabla STENmetro tiene propiedades con polímeros especializados que la hacen soportar grandes cargas sin sufrir deformaciones.

Reutilización: La tabla STENmetro al no presentar deformaciones se puede reutilizar en varias fundidas de piso ya que el afinado no se verá afectado y se ahorrará material cuando el proyecto requiera dejar concreto a la vista.

1.7. METODOLOGÍA

Trabajada por etapas en las cuales cada una de ellas se hará con acompañamiento idóneo las cuales son:

- Visitas a obras: visitas a obras propuestas por STEN COLOMBIA para que por medio de la experiencia se recolecten los datos necesarios que se necesitan para la elaboración de la cartilla.
- Pasantías: por medio de la experiencia que otorga la empresa DRF CONSTRUCCIONES S.A.S. aterrizar todos los conocimientos adquiridos en la Universidad Católica de Colombia para brindar un punto de vista más profesional al producto realizado.
- Acompañamiento profesional: se realizó un control periódicamente por el INGENIERO GANTIVA ARIAS DIEGO AURELIO I.C.-M.Sc. profesor experto en el tema quien aprobaba los avances realizados.

1.7.1. Tipo de Estudio

El tipo de estudio utilizado en este trabajo principalmente se centra en los métodos tipo teórico – práctico. Esto ya que la cartilla al ser pedagógica debe contener información teórica clara, supervisada y aprobada por personal capacitado en el tema a tratar.

De la misma forma la consulta de información que las empresas involucradas poseen en sus bases de datos, ya que al tener tanta experiencia en el campo de la Ingeniería Civil y constante estudio en la innovación de la construcción pueden dar fe que la teoría consultada y plasmada en la cartilla es completamente verdadera.

Lo segundo es que no basta solo con la información teórica recolectada, si no que al contar con el apoyo de estas empresas líderes en el área de la construcción como lo son STEN COLOMBIA y DRF CONSTRUCCIONES, se cuenta con la posibilidad de visitar y conocer obras en las cuales el método STENmetro ha sido aplicado. Esta experiencia contribuye al aporte

de información que se realiza a la cartilla pedagógica en la búsqueda del aprendizaje en los estudiantes de la Universidad Católica de Colombia.

1.7.2. Fuentes de Información

La principal fuente de información es la empresa STEN COLOMBIA ya que por medio de ellos se logró conocer el método constructivo tratado. Tener acceso a datos obtenidos en los laboratorios en los cuales ellos realizan sus procesos de control y su intervención para los permisos de ingreso a las obras en las cuales se aplica el método constructivo vertical STENmetro.

1.8. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología para llevar a cabo este proyecto se basará en varias visitas programadas a STEN COLOMBIA para conocer sus instalaciones y desde allí obtener todo lo correspondiente a su historia y materiales requeridos.

Luego de ello en varias visitas a sus laboratorios obtener por medio de prácticas el análisis de cargas que es de gran importancia para la elaboración de la cartilla.

Finalmente, varias visitas al campo de construcción en los cuales el método vertical STENmetro se esté implementando para así analizar sus rendimientos, costos y método constructivo.

Obtenida toda la información y realizado el análisis de la misma se comenzará con la elaboración de la Cartilla Pedagógica para finalmente su impresión y entrega.

Estas visitas no se podrán realizar en cualquier horario si no que se respetara los horarios establecidos por STEN COLOMBIA y por la empresa en la cual se realizarán las pasantías CONSTRUCCIONES DRF S.A.S.

2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

2.1. ENCOFRADO

El encofrado es una estructura temporal que admite parte o la totalidad de una estructura permanente hasta que sea autosuficiente. Los componentes individuales del encofrado, por ejemplo marcos son de planta. Una vez ensamblado los componentes forman la estructura temporal. Algunos sistemas de encofrado están diseñados para permanecer con la estructura permanente.

El trabajo generalmente realizado para diseñar, construir, levantar, alterar, mantener, desmontar o remover encofrados se definirá como trabajo de construcción.

El encofrado es la superficie utilizada para contener y dar forma al concreto húmedo hasta que sea auto portante. Esta incluye las formas sobre o dentro de las cuales se vierte el concreto y los marcos y arriostramientos que proporcionan estabilidad. Aunque comúnmente se lo conoce como parte del ensamblaje del encofrado, las vigas, los soportes, los refuerzos, fundamentos y cimientos.¹

Un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al concreto antes de fraguar. Existen varios sistemas de encofrados los cuales son:

Sistema tradicional: Se elabora en obra utilizando piezas de madera aserrada y rolliza o contrachapado, es fácil de montar, pero de lenta ejecución cuando las estructuras son grandes. Se usa principalmente en obras de poca o mediana importancia, donde los costes de mano de obra son menores que los del alquiler de encofrados modulares. Dada su flexibilidad para producir casi cualquier forma, se usan bastante en combinación con otros sistemas de encofrado.

Encofrado modular o sistema normalizado: Cuando está conformado de módulos prefabricados, principalmente de metal o plástico. Su empleo permite rapidez, precisión y seguridad utilizando herrajes de ensamblaje y otras piezas auxiliares necesarias. Es muy útil en obras de gran volumen.

¹ **Courses washington.** Courses washington. *Courses washington.* [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <http://courses.washington.edu/cm420/Lesson1.pdf>.

Encofrado deslizante: Es un sistema que se utiliza para construcciones de estructuras verticales u horizontales de sección constante o sensiblemente similares, permitiendo reutilizar el mismo encofrado a medida que el edificio crece en altura o extensión. Este encofrado también dispone espacio para andamios, maquinaria, etc.

Encofrado perdido: Se denomina al que no se recupera para posteriores usos, permaneciendo solidariamente unido al elemento estructural. Puede hacerse con piezas de material plástico, cartón o material cerámico, y queda por el exterior de la pieza a moldear.

Encofrado de aluminio: Sistemas de moldes de aluminio de calidad para la construcción rápida de estructuras de concreto como muros, plataformas, vigas, columnas, etc.

Las estructuras temporales son elementos críticos del plan general de construcción. Una estructura temporal en la construcción afecta la seguridad de los trabajadores y también está la relación de la estructura temporal con la estructura terminada. Las estructuras temporales a veces se incorporan en el acabado o se eliminan al final de la conclusión de su utilidad.

En cualquier caso, el contratista tendrá que lidiar con el trabajo de supervisión, los requisitos del código, el contrato y requisitos legales, y tal vez disputas con otros sobre el trabajo siendo realizado. En lo que respecta al diseño, dibujos y especificaciones, dependen en la estructura temporal bajo consideración. En trabajos extremadamente complejos que involucran trabajo temporal como ataguías para muelles de puentes, el diseño de la estructura a menudo será realizada por el diseñador de la estructura.²

Definición:

Cualquier medio o método que brinde soporte temporal, acceso, mejora o de lo contrario, facilitar la construcción de estructuras permanentes.

Necesidad:

Las estructuras temporales forman la interfaz entre el diseño y la construcción. Más las estructuras permanentes simplemente no podrían construirse sin estructuras temporales. Impactando en el cronograma, costo, calidad, pérdidas en tiempo y dinero ocurrirán si las estructuras temporales no están planificadas y coordinado con el mismo grado de minuciosidad que las estructuras permanentes.

² **Hindawi.** Hindawi. *Hindawi*. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <https://www.hindawi.com/journals/amse/2016/4724036/>.

Los edificios de gran altura se están convirtiendo rápidamente en una naturaleza en desarrollo de las zonas urbanas debido al aumento de la población y las empresas. El núcleo de edificios de gran altura es uno de los elementos más importantes en estructuras tan gigantescas.

La construcción rápida y eficiente del núcleo de hormigón de un edificio de gran altura es esencial para mantener el progreso gradual en otras partes del edificio. El encofrado es uno de los factores más importantes para determinar el éxito de un proyecto de construcción en términos de velocidad, costo de calidad y seguridad del trabajo, ya que representa aproximadamente el 40% del costo total del proyecto de la estructura.³

Para minimizar los costos, el contratista necesita completar el proyecto tan pronto como sea posible y el cliente desea que el edificio use el edificio lo antes posible para el fin previsto. En la construcción de edificios de gran altura, la manera más eficiente de acelerar el trabajo es logrando un ciclo de piso muy corto. Eso depende directamente del tipo de trabajo de formaleta seleccionada para la construcción.

El desarrollo de encofrados es paralelo al crecimiento de la construcción de hormigón en las últimas décadas. Con el desarrollo y el aumento de la población, la gente tiende a construir edificios de gran altura y la construcción de un edificio alto no fue fácil en los primeros días. Con el desarrollo, el hombre hizo las tareas fáciles mediante la invención de nuevas máquinas y nuevas técnicas.

Una de esas áreas relacionadas con la construcción de gran altura es el tipo de encofrado utilizado en la construcción. En los primeros días, la gente usaba encofrados de tipo convencional en los que los tablones de madera se sostenían sobre columnas de madera. Con el avance de la ciencia, el hombre usó madera contrachapada en lugar de tablones de madera y soportes de tuberías con varios tipos de gatos en lugar de soportes de madera. Luego, el hombre inventó pequeñas unidades de encofrados cuando se repite la misma estructura, como formas de losas, formas voladoras para las paredes, etc. Finalmente, el mayor invento vino para el sistema completo. Al principio, el sistema estaba hecho de acero y era muy pesado.⁴

³ **Masterbuilder.** Masterbuilder. *Masterbuilder*. [En línea] [Citado el: 6 de 10 de 2017.] <https://www.masterbuilder.co.in/advanced-formwork-and-its-management-systems-for-speedy-construction-of-buildings/>.

⁴ **Planningengineer.** Planningengineer. <https://planningengineer.net/formwork-method-statement/>. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <https://planningengineer.net/formwork-method-statement/>.

Entonces el hombre le prestó atención para reducir el peso del sistema de encofrado. Ahora los materiales para encofrado se han extendido al aluminio, plástico, fibra de vidrio, etc. Pero aún el encofrado del sistema de paneles de aluminio no es muy explorador en los países en desarrollo y a la mayoría de los contratistas no les gusta cambiar a la última tecnología ya que tienen la duda de generar pérdidas en el proyecto y estos están muy familiarizados con el tipo de encofrado existente que es el convencional. Al mismo tiempo, los contratistas tienen la falsa creencia de que el encofrado del sistema STENmetro solo es adecuado para edificios muy altos. Aunque el encofrado del sistema reduce la duración del proyecto y, por lo tanto, el costo total del proyecto.⁵

2.2. LOSA DE ENCOFRADO HISTORIA

Los arquitectos romanos construyeron las primeras estructuras de hormigón en masa. Como el hormigón en masa no puede absorber grandes esfuerzos de tracción y torsión, estas primeras estructuras fueron arcos, bóvedas y cúpulas, que funcionan solamente a compresión. La estructura de hormigón más notable de esta etapa es la cúpula del Panteón de Roma.

Los encofrados se hicieron con andamiajes y encofrados temporales con la forma de la futura estructura. Estos elementos auxiliares de construcción no sólo sirven para verter el hormigón, también han sido y son muy utilizadas en otros trabajos de albañilería. Para el hormigón, los romanos utilizaban yeso y cal como aglomerantes, además de un cemento natural obtenido de la piedra de Puzzoli, llamado puzolana, pero no es un mineral fácil de obtener en otros lugares, por lo que no se volvió a utilizar el hormigón como material de construcción, hasta la invención del cemento Portland; el hormigón armado no podía hacerse con los demás aglomerantes puesto que atacan el hierro de las armaduras, oxidándolo.⁶

⁵ **Proesagleason. 2017.** Proesagleason. *Proesagleason*. [En línea] 8 de 10 de 2017. <http://proesagleason.com/productos?prod=sistema-encofrado-tradicional>.

⁶ **Worksafe. 2016.** Worksafe. *Worksafe*. [En línea] [Citado el: 11 de 10 de 2017.] https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0016/115081/formwork-cop-2016.pdf.

2.3. DESENCOFRADO

Se define al retiro del “molde” de madera una vez que el concreto es capaz de mantenerse en su posición original. El desencofrado se hará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de la estructura o la seguridad personal.

Cuando se usen concretos con cementos de fraguado rápido, el desencofrado podrá hacerse en periodo de tiempo menores que los usados para los concretos con cemento normal. Debiendo comprobarse mediante muestras curadas en obra y análisis correspondientes con el objeto de facilitar el desencofrado.

3. CONCLUSIONES

- El proyecto realizado ha contribuido de manera muy importante para identificar y resaltar los beneficios que posee el método de encofrado STENmetro con respecto al tradicional de cerchas-camilla, todo esto plasmado en la cartilla pedagógica.
- Dentro de los puntos que se considera tienen más importancia dentro de un proyecto de esta naturaleza, son el detectar las características que hacen del sistema de encofrado STENmetro, un sistema que traerá beneficios económicos a los usuarios que lo utilicen.
- El sistema STENmetro es más simple de usar ya que solo se requieren tres elementos: correa, portacorrea y soporte.
- El sistema STENmetro no depende de clavos ni alambres.
- El tablero STEN aparte de dar un mejor acabado de la losa, pesa menos y tiene más vida útil.
- Los tableros de la estructura encajan a la perfección reduciendo el tiempo dedicado a los remates.
- La recuperación del material es más sencilla, generando más orden y menos accidentes en el desmonte.
- Posee una velocidad 500 m²/día (un equipo de cuatro (4) operarios) de encofrado.
- Otorga la recuperación del 80% del material para usarlo en el siguiente piso, ya que el 20% restante quedara para apuntalamiento de la losa.
- Al ser el sistema STENmetro más ligero que el tradicional cerchas-camillas, genera más rapidez y menos accidentes por lumbalgia.
- Los puntales STEN al recibir un tratamiento de protección total galvanizada tienen una mayor durabilidad ya que su reparación es de 3 – 4% tras una obra, frente al 30 – 40% en puntales estándar utilizados en cerchas-camillas.
- Cualquier estudiante puede aprender el método de encofrado STENmetro gracias al fácil entendimiento de la cartilla pedagógica.

4. RECOMENDACIONES

- Antes de usar el sistema por primera vez, deben leerse detenidamente las instrucciones de la cartilla. Así mismo, se recomienda guardar la cartilla para consultarla en caso de duda.
- Debe verificarse el correcto estado de los elementos del sistema antes de proceder a su instalación en cada ciclo de recuperación y montaje.
- Es necesario verificar las cargas a aplicar en cada caso para una correcta elección del material.
- Verificar el montaje de las correas, el mal montaje de las mismas puede ser causa de graves accidentes.
- Seguir siempre el orden indicado de desmontaje, el orden inverso puede provocar graves daños al material de encofrado.
- Antes de desencofrar parcialmente la losa compruebe que el concreto tiene la resistencia suficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- ALUMA COLOMBIA.** <https://www.aluma-colombia.co/>. *ALUMA COLOMBIA*. [En línea] ALUMA COLOMBIA. [Citado el: 27 de 7 de 2017.] <https://www.aluma-colombia.co/>.
- ASOCRETO.** ASOCRETO. *ASOCRETO*. [En línea] [Citado el: 4 de 7 de 2017.] http://asocretovirtual.com/prueba-asocreto/decargas/memorias-eventos/2015/vivienda-barranquilla/sistemas_de_encofrado_industrializados.pdf.
- Blog de osky.** Blog de osky. *Blog de osky*. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <http://blog-de-osky.webnode.com/news/sistema-de-encofrado-tradicional/>.
- BOTERO R., Roman. 2013.** *Conocimientos en encofrados*. Medellín : Catedra Universitaria, 2013.
- Cemex. 2016.** <http://www.cemexcolombia.com>. *Cemex Coombia*. [En línea] 25 de Agosto de 2016. <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/files/FraguadoAcelerado.pdf>.
- CONSTRUDATA.** CONSTRUDATA. *CONSTRUDATA*. [En línea] [Citado el: 21 de 9 de 2017.] <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/T/terracota-entrepiso/entrepisos3.htm>.
- CONSTRUYA.** CONSTRUYA. *CONSTRUYA*. [En línea] [Citado el: 20 de 8 de 2017.] <http://www.construyafacil.org/2012/03/recomendaciones-para-la-formaleta-y.html>.
- Courses washington.** Courses washington. *Courses washington*. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <http://courses.washington.edu/cm420/Lesson1.pdf>.
- EFCOFORMS.** EFCOFORMS. *EFCOFORMS*. [En línea] [Citado el: 12 de 4 de 2017.] <https://www.efcoforms.com/2015/03/what-is-shoring-what-is-reshoring/?lang=es>.
- Española, Real Academia. 2017.** Real Academia Española. [En línea] 20 de septiembre de 2017. <http://www.rae.es/>.
- EUSKO JAURLARITZA. 2007.** *Guía práctica de encofrados*. Bilbao : OSALAN, 2007.
- GUZMAN SANCHEZ, Diego. 2011.** *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO*. Bogota : Biblioteca de la construccion, 2011.

Hindawi. Hindawi. *Hindawi*. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.]
<https://www.hindawi.com/journals/amse/2016/4724036/>.

Jstage. Jstage. *Jstage*. [En línea] [Citado el: 9 de 10 de 2017.]
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaabe/11/1/11_39/_pdf.

Masterbuilder. Masterbuilder. *Masterbuilder*. [En línea] [Citado el: 6 de 10 de 2017.]
<https://www.masterbuilder.co.in/advanced-formwork-and-its-management-systems-for-speedy-construction-of-buildings/>.

Planningengineer. Planningengineer. <https://planningengineer.net/formwork-method-statement/>.
[En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2017.] <https://planningengineer.net/formwork-method-statement/>.

Proesagleason. 2017. Proesagleason. *Proesagleason*. [En línea] 8 de 10 de 2017.
<http://proesagleason.com/productos?prod=sistema-encofrado-tradicional>.

RICOUARD, M. J. 1980. *Encofrados: cálculo y aplicaciones en edificación y obras civiles*.
Barcelona : Editores Técnicos Asociados, s.a., 1980.

STEN COLOMBIA. <http://www.sten.es/>. *STEN*. [En línea] [Citado el: 26 de 6 de 2017.]
<http://www.sten.es/>.

Worksafe. Worksafe. *Worksafe*. [En línea] [Citado el: 11 de 10 de 2017.]
https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0016/115081/formwork-cop-2016.pdf.

ANEXOS

- A. Cartilla guía pedagógica para la aplicación del método STEN en construcciones verticales.