

**RECOMENDACIONES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y EN EL USO DE
LAS FORMALETAS DE CONCRETO INDUSTRIALIZADO**

EDWIN DAVID CÓRDOBA CASTILLO

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

2021

**RECOMENDACIONES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO Y EN EL USO DE
LAS FORMALETAS DE CONCRETO INDUSTRIALIZADO**

EDWIN DAVID CÓRDOBA CASTILLO

PROYECTO BASADO EN LA MODALIDAD DE MONOGRAFÍA

DIRECTOR:

ING. EDISON FERNEY GARZÓN MONTAÑO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y CIVIL

INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C

2021

Nota de aceptación

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Bogotá D.C, Junio de 2021

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios como el primero ya que me brindó toda la energía, sabiduría y la oportunidad de culminar mi carrera profesional; en segundo lugar, dedicarle este enorme trabajo a mi familia entera, principalmente a mis padres, esposa e hijo; y en tercer lugar a mis compañeros, docentes y a la Universidad Antonio Nariño, como acompañantes de esta travesía que me enorgullece finalizar de la mejor manera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco así mismo a las personas que nombre anteriormente, con unas menciones de honor como mi director de tesis Edison Ferney Garzón Montaña que con su guía y comunicación me colaboró en múltiples detalles para realizar este documento, a la Universidad Antonio Nariño por abrirme las puertas en todo momento y así mismo, a todas aquellas personas que la conforman.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	10
2. ABSTRACT.....	11
3. INTRODUCCIÓN	12
4. OBJETIVOS.....	15
4.1. Objetivo general.....	15
4.2. Objetivos específicos.....	15
5. PERTINENCIA SOCIAL	16
6. MARCO CONCEPTUAL	17
6.1. Proceso constructivo.....	17
6.2. Formaletas.....	19
6.2.1. Formaletas por material	19
6.2.2. Formaletas por tipo.....	20
6.2.3. Funciones de las formaletas.....	21
6.3. Ejemplificación del uso de formaletas	22
6.3.1. Parque Ciudad del Río.....	22
6.3.2. Escultura signo homenaje de Manuel Hernández.....	23
6.3.3. Edificaciones	24
6.4. Importancia de las formaletas	25
7. ESTADO DEL CONOCIMIENTO.....	27

7.1. Artículo sobresaliente #1: Tecnología constructiva de encofrado fijo y control de calidad.....	32
7.2. Artículo sobresaliente #2: Factores en la selección del encofrado: una investigación comparativa	37
8. METODOLOGÍA.....	43
9. RESULTADOS	44
9.1. Defectos y consecuencias del mal uso de las formaletas.....	44
9.2. Formaletas comerciales y sus características.....	48
9.3. Factores ambientales involucrados en las formaletas	51
10. CONCLUSIONES.....	54
11. RECOMENDACIONES.....	56
12. ANEXOS	57
13. REFERENCIAS	58

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo 1 del mal uso de las formaletas	13
Figura 2 Ejemplo 2 del mal uso de las formaletas	13
Figura 3 Construcción de una edificación.....	18
Figura 4 Clasificación de formaleta por material.....	20
Figura 5 Tipología de formaletas	21
Figura 6 “Hongos” en el Parque Ciudad del Río con formaleta en fibra de vidrio.....	23
Figura 7 Escultura con formaleta en fibra de vidrio.....	23
Figura 8 Sistema de formaleta usado en muros.....	24
Figura 9 Sistema de formaleta usado en placas de entepiso	24
Figura 10 Esquema de formaleta metálica industrializada.....	26
Figura 11 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por año.....	31
Figura 12 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por país/territorio.....	31
Figura 13 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por área.....	32
Figura 14 Modelo de Encofrado.	34
Figura 15 Diagrama esquemático de la construcción de la abrazadera.....	34
Figura 16 Balances económicos de los encuestados	39
Figura 17 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de columnas.....	40
Figura 18 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de vigas	40
Figura 19 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de losas de suelo.....	41
Figura 20 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño para los 3 elementos.....	41
Figura 21 Efecto de desalineación del concreto.....	44
Figura 22 Efecto de ondulación en los muros	45
Figura 23 Efecto de resaltos	45

Figura 24 Efecto de rebabas	46
Figura 25 Efecto de sangrado en el concreto	46
Figura 26 Efecto de hormigueros en el concreto.....	47
Figura 27 Efecto de Descascaramiento del concreto	47
Figura 28 Características, usos y rendimientos de formaletas comerciales	50

TABLA DE TABLAS

Tabla 1 Características de búsqueda	27
Tabla 2 Clasificación de búsqueda de artículos con relación a los encofrados.....	28
Tabla 3 Enfoques de la investigación.....	30
Tabla 4 Parámetros técnicos y económicos.....	35
Tabla 5 Instrumentación: regla de cinta, vertedero de construcción, teodolito de nivel, taquímetro, regla de metal, nivel de construcción.....	36
Tabla 6 Nueve factores de relevancia para la selección del sistema de encofrado	37
Tabla 7 Aspectos ambientales de la aplicación y fabricación de formaletas	51

1. RESUMEN

El propósito del proyecto de grado es aportar y presentar una serie de recomendaciones que contribuyan con el mejoramiento del proceso constructivo de las formaletas industrializadas. A nivel social se aspira fomentar una modificación a la metodología de construcción por medio de fichas de información creadas por el autor del proyecto, siendo esto importante porque se han hallado considerables diferencias en los diversos tipos de estos elementos, además de fallos en el proceso de aplicación de las formaletas. Por tal motivo, se muestra la necesidad de hallar mejoría en el sistema además de contribuir a nivel investigativo la búsqueda de nuevos conocimientos basados en el área estudiada, en este caso, ingeniería civil. Adicionalmente, Si este tipo de aportes resultan ser factibles y positivos se espera que se encuentre una disminución de costos en reparaciones o perfeccionamientos de estos elementos; Además de elegir la opción asequible para los distintos tipos de edificaciones basados en los factores limitantes como son los económicos, estructurales y sociales.

Palabras clave: formaleta, aportes factibles y positivos, edificaciones, alternativas de mejoramiento, comparación, ingeniería civil.

2. ABSTRACT

The purpose of the degree project is to contribute and present a series of recommendation that contribute to the improvement of the construction process of industrialized forms. At the social level, it is intended to promote a modification to the construction methodology through information guides created by the author of the project, this being important because considerable differences have been found in the various types of these elements, as well as failures in the process of construction. application of the forms. For this reason, the need to find improvement in the system is shown in addition to contributing to the research level the search for new knowledge based on the studied area, in this case, civil engineering. Additionally, if this type of contribution turns out to be feasible and positive, it is expected that there will be a reduction in costs in repairs or improvements of these elements; In addition to choosing the affordable option for the different types of buildings based on limiting factors such as economic, structural and social.

Keywords: form, feasible and positive contributions, buildings, improvement alternatives, comparison, civil engineering.

3. INTRODUCCIÓN

Desde las épocas antiguas las culturas romanas fueron los pioneros en la construcción de los elementos que hoy llamamos encofrados, debido a que su construcción en gran cantidad de concreto necesitaba elementos para darles formas con curvas o de tipo bóveda. Estas estructuras se fabricaban con andamios temporales dependiendo de las formas que se necesitaban implantar (Betancourt Taco, 2016).

Luego para tiempos aproximados a los 1000 A.C los métodos de encofrado para formar una losa tradicional se hacían a partir de dos puntales de madera, colocados en fila dejando un grosor determinado por el de la losa solicitada (Betancourt Taco, 2016).

Gracias a estos primeros inventos y acontecimientos, se ha logrado crear y tecnificar elementos como los que hoy se conocen como formaletas industrializadas. Dichos componentes ingenieriles han provocado impactos positivos y negativos. De manera positiva encontramos el desarrollo y la eficiencia de las construcciones a gran escala que se forman a partir de procesos constructivos vinculados con dichos implementos. Mientras que en los ámbitos negativos, se encontró con que la facilidad del uso de estos, provocó un descuido por parte de los ingenieros y maestros los cuales ya no prestan una detenida atención y/o análisis de los resultados; lo cual, genera una mala entrega de los proyectos de infraestructura, así como deformaciones naturales, en donde, si no se realiza una buena gestión pueden formarse alteraciones excesivas; asimismo, se presenta el proceso de desmoldar las formaletas del concreto en el momento de retirar estos elementos y hasta factores antrópicos que pueden afectar la calidad del buen acabado del concreto (Aguirre Eastman, 2019).

Algunos modelos se presentan en la figura 1 donde se ven los pésimos resultados a raíz de lo comentado anteriormente.

En la figura 1 se presenta el conjunto Torres de Salerno en la ciudad de Villavicencio y en la figura 2 se muestra los conjuntos de vivienda de interés social Abundara en Madrid-Cundinamarca.



Figura 1 Ejemplo 1 del mal uso de las formaletas

Elaboración propia

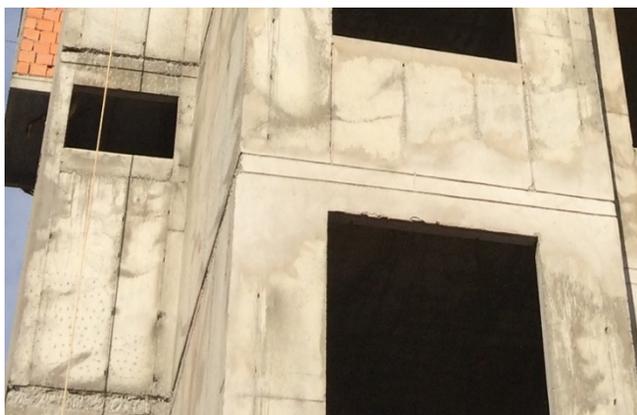


Figura 2 Ejemplo 2 del mal uso de las formaletas

Elaboración propia

Por lo tanto, se hace necesario en primera instancia, identificar la importancia que dan estos implementos frente a la construcción de las obras civiles y luego, realizar una guía de información con las alternativas y cuidados que se deben tener en cuenta para el buen manejo de los componentes, de tal manera que, se obtengan óptimos resultados tanto estéticos como funcionales a la hora de la entrega de las edificaciones. Esto se piensa realizar por medio de

un estudio de factores estructurales y ambientales para cada alternativa y a partir de esto sacar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Identificar los diferentes defectos que tienen las formaletas con sus respectivas razones y a partir de esto, mediante la recopilación de información referenciada crear un conjunto de recomendaciones, para el eficiente manejo de dichos elementos en obras de ingeniería civil en Colombia.

4.2. Objetivos específicos

- Investigar el estado del arte y marco teórico el contexto de la importancia del tema que se engloba en el documento.
- Identificar los factores de selección principales y problemas constructivos que se presentan en las formaletas para concreto industrializado.
- Realizar un análisis comparativo de varios factores para las distintas formaletas de interés y disponer de criterios para la selección de las mismas según el tipo de obra.
- Enunciar sugerencias a partir de los resultados hallados para futuros trabajos de investigación y así generar mayores soluciones realizables.
- Realizar fichas informativas que permitan describir un proceso general de aplicación y recomendaciones de uso para facilitar el aprendizaje de sus atributos al ingeniero y constructor.

5. PERTINENCIA SOCIAL

En primer lugar, la población que se ve directamente favorecida con este proyecto de grado son las familias colombianas, ya que este tipo de análisis y alternativas permiten que en el momento de construirse las edificaciones puedan disminuir los defectos que puedan afectar gravemente las nuevas obras dadas para mejorar la calidad de vida de las personas, además, estas posibles soluciones permiten una mejoría estética en ellas.

En segundo lugar, encontramos que la misma comunidad ingenieril se puede beneficiar ya que en caso de hallar resultados positivos, se puede reorganizar la idea de este proceso constructivo y así hacer un mejor trabajo en pro de un beneficio común.

En tercer y último lugar, encontramos que la comunidad universitaria e investigativa se incluye dentro de esta pertinencia teniendo en cuenta que por medio de estos ejercicios promueven las consultas exhaustivas de información con el fin de generar conocimiento nuevo a partir de lo utilizado en la actualidad como lo son este tipo de elementos industrializados.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1. Proceso constructivo

Es el conjunto de acciones determinadas que conllevan a la construcción eficaz de una obra y mediante el conocimiento de estas decisiones se obtienen los objetivos de: Orden de la ejecución del proyecto, los respectivos detalles específicos, los requerimientos para la elaboración de cada acción y la administración de los tiempos de cada etapa general. Básicamente el control de los sistemas, procesos y procedimientos (Ardila, 2015).

Una observación para tener en cuenta es que no existe un proceso constructivo absoluto, ya que se pueden crear diferentes desarrollos con distintas formas de trabajo, y esto se da gracias a la experiencia que puede tener un ingeniero en obra (Ardila, 2015) con un ejemplo claro de construcción como se muestra en la figura 3.

Según Villalobos Romero (2017) las fases ordenadas fundamentales para la construcción de una edificación son las siguientes:

- Preliminares: Es la etapa donde se prepara el terreno para iniciar la cimentación. Muchas veces se trata de las actividades de limpieza y nivelación, trazado, conocimiento de resistencias, excavaciones y apisonado.
- Cimentación: Es el proceso en el que se crean los elementos de apoyo para tener una mayor resistencia en la estructura. Los principales tipos son las zapatas, losas, pilotes, micropilotes, caissons y muros de contención.
- Vigas y columnas: Elementos estructurales principales con funciones adicionales de decoración.

- Muros: Fase de la elaboración de componentes que distribuyen las cargas sobre la cimentación y sirven para la distribución de espacios. Algunos de estos son los muros de ladrillo, de bloque, de concreto, de piedra, de madera o de cristal.
- Pisos: Es la formación de la superficie de todos los espacios dentro de la obra.
- Cubiertas: Es el proceso donde se colocan estos objetos constructivos que protegen la edificación en la parte superior y, por ende, la estructura sustentante de dicha cubierta. Algunos ejemplos son tejas, fibrocemento, hechas en concreto armado.
- Instalaciones: Es el conjunto de aparatos y elementos que complementan las construcciones como lo son las redes eléctricas, hidrosanitarias, drenaje y de gas.
- Puertas y ventanas: Como su nombre lo indica, es el proceso de carpintería de la obra.
- Acabados: Son todos los detalles finales que se deben realizar para la presentación definitiva del proyecto.



Figura 3 Construcción de una edificación

Tomado de (Compartir, 2018)

6.2. Formaletas

Son también conocidos como encofrados; estos elementos importantes para la construcción tienen como función ser un molde para la fundición de las columnas, muros, losas, vigas, entre otros (Aguirre Eastman, 2019).

6.2.1. Formaletas por material

Madera: Los elementos hechos con este material ya son poco usados en la actualidad. Sin embargo, fueron vitales en su momento para la fundición de muros y placas de entre piso a pesar de su regular aspecto de acabado y su considerable costo económico (Sánchez, 2016). Durante su vida útil puede llegar a ser usado de 5 a 10 veces y su enfoque se da en proyectos civiles de menor envergadura.

Plásticas: Son muy similares a las de madera, pueden llegar a ser reutilizables, no se corroen, tienen un peso liviano, en ocasiones se refuerza con fibra de vidrio y son de muy fácil manejo. Su uso también se da en muros y placas (Sánchez, 2016).

Su utilidad varía entre 300 a 600 veces y su uso es principalmente en proyectos medianos.

Acero: Es la formaleta especializada para proyectos de gran amplitud y brinda variadas aplicaciones como son box culverts, edificaciones comerciales, puentes, tanques de almacenamiento, muros de contención, vigas aéreas, losas, muros divisorios, sótanos, columnas, plantas de tratamiento de agua, entre otros (Forsa, 2017).

Tiene una vida útil de 500 a 600 usos.

Metálicas o de aluminio: A diferencia de las anteriores, las formaletas de este material tienen una estructura capaz de soportar mayores cargas sin deformarse, además de una mayor duración (hasta 1500 veces), adicionalmente, facilita los procesos los procesos de encofrado, vaciado y desencofrado con ayuda de la industrialización de estas. Generando una

mayor reducción de costos, materiales, desperdicios, mano de obra y menos daño al ambiente (Sánchez, 2016).

Tiene una capacidad de 1200 a 1500 usos, dependiendo del grosor de las láminas. A continuación, en la figura 4 vemos las diferentes presentaciones de las formaletas.



Figura 4 Clasificación de formaleta por material
Tomado de (Merchán López Yineth, 2019)

6.2.2. Formaletas por tipo

Existen diferentes tipos de encofrado acorde a las necesidades y requerimientos de la obra; para contextualizar se explicaran estas clasificadas por distintos tipos y se dara un ejemplo visual por medio de la figura 5.

Formaletas convencionales: Son las que tienen forma de camilla y principalmente están hechas de madera (Aguirre Eastman, 2019).

Formaletas modulares: Estas vienen con un tamaño estandarizado, las cuales se pueden armar y desarmar y se pueden conseguir en diferentes geometrías para una mayor facilidad al momento de realizar distintos proyectos (Aguirre Eastman, 2019).

Formaleta en escalera: Es un sistema de formaleta industrializada para la fundición de escaleras de manera monolítica de manera fácil y de colocación controlable del hormigón. Se tienen moldes abiertos y cerrados (Forsa, 2017).



Figura 5 Tipología de formaletas
Tomado de (Waltero León Arnold, 2015)

6.2.3. Funciones de las formaletas

Uniformidad: Uno de los objetivos que tiene la formaleta es la de tener su homogeneidad hasta cumplir con su número estimado de usos y mantener la calidad en las construcciones (Silva, 2020).

Estabilidad: El elemento constructivo debe ser capaz de mantener la mezcla de manera estática considerando los efectos dinámicos (Silva, 2020).

Resistencia: Esta característica fundamental debe poseer la capacidad de soportar el peso propio del concreto en su estado plástico además de las cargas adicionales permanentes o temporales (Silva, 2020).

Hermeticidad: La formaleta tiene la facultad de impedir el escurrimiento del mortero para así obtener resultados de calidad (Silva, 2020).

Rigidez: Es la combinación entre la estabilidad y la resistencia del elemento para anular las posibles deformaciones y guardar la geometría que se dispone desde el proceso de vaciado (Silva, 2020).

Multiusos: Es la capacidad que tiene de ser utilizable más de una vez en donde esta característica variará dependiendo del material en la que está hecha la formaleta (Silva, 2020).

Apariencia: Se representa como la cualidad de mantener el acabado de las distintas superficies sin sobrepasar lo que se denomina la deflexión máxima (Silva, 2020).

Desmoldable: Un plus que tienen algunas de las formaletas es la facilidad al momento de desencofrarse. Sin embargo, también la calidad de la función dependerá del factor antrópico (Silva, 2020).

6.3. Ejemplificación del uso de formaletas

En Colombia, existen distintos ejemplos de la utilización de formaletas en distintos ámbitos. Algunos de estos son el Parque Ciudad del Río y la escultura signo homenaje del maestro Manuel Hernández en la ciudad de Medellín (Cárdenas Santana, 2019).

Por otra parte, en la mayoría de los proyectos de edificación es necesario y vital el uso de las formaletas.

6.3.1. Parque Ciudad del Río

Es una construcción con un área de 25000 m² distribuidos en diferentes elementos de amoblamiento urbano usando concreto Argos. Como se muestra en la figura 6, en los equipamientos de los hongos se utilizó la formaleta en fibra de vidrio por la capacidad de obtener distintas formas con superficie de buena calidad (Cárdenas Santana, 2019).



Figura 6 “Hongos” en el Parque Ciudad del Río con formaleta en fibra de vidrio
Tomado de (Cárdenas Santana, 2019)

6.3.2. Escultura signo homenaje de Manuel Hernández

Es una obra abstracta ubicada en las inmediaciones de la estación Universidad del metro de Medellín y el jardín botánico, elaborada en concreto negro; su formación fue gracias al uso de formaletas en fibra de vidrio y un molde con resinas de poliéster. El concreto finalmente llegó una resistencia a la compresión de 8000 psi (Ver figura 7), lo que brinda una alta durabilidad (Cárdenas Santana, 2019).



Figura 7 Escultura con formaleta en fibra de vidrio
Tomado de (Cárdenas Santana, 2019)

6.3.3. Edificaciones

Son uno de los principales agentes para el funcionamiento de la construcción y de estos mismos influyen directamente en la óptima calidad y duración (Doblamos S.A., 2020).

Un ejemplo de ellas son las figuras 8 y 9.



Figura 8 Sistema de formaleta usado en muros

Tomado de (Equinorte, 2015)



Figura 9 Sistema de formaleta usado en placas de entrepiso

Tomado de (Silva, 2020)

6.4. Importancia de las formaletas

Como ya es de saberse, el encofrado es un sistema de tipo molde de aplicación temporal o permanente, donde su función principal es darle forma a elementos estructurales por medio del vertimiento del concreto (Sánchez, SlideShare, 2016).

Dentro de esta gran ciencia existen distintos materiales y tipos para la formación de este gran objeto ingenieril como se planteó previamente, pero realmente ¿qué tanta importancia desempeña dentro de una obra una formaleta?, para esto citaremos algunas empresas como por ejemplo (Silva, 2020), ingeniero civil de la empresa Argos en donde lo describe como uno de los principales factores para el rendimiento constructivo de un proyecto, apariencia y calidad de la estructura.

Es multifuncional en la construcción de todo tipo de vivienda, versátil, adaptable y flexible a distintos requerimientos. Además de la poca necesidad de mano de obra, sencillo manejo, ahorro de tiempo, dinero y materiales; siendo de los factores vitales en la ejecución de obra (Chuchuca Chuchuca, 2016).

En la actualidad, existen sistemas completos acerca del estudio, cuidado y manejo de las formaletas en sus diferentes fases como lo es la aplicación de encofrado y desencofrado, al punto de crear métodos con piezas monolíticas para una mayor optimización de tiempo de trabajo (Ver figura 10). Esto se debe gracias a las condiciones preliminares que se tienen en cuenta (Yepes Piqueras, 2004) como lo son:

- Estructura soporte teniendo en cuenta el peso del concreto más la influencia del encofrado propio, las sobrecargas de uso, cargas horizontales y algunas acciones específicas para algunos procesos de encofrado.

- Tiene que ser resistente frente a empujes y acciones exteriores comprobado bajo el sometimiento de pruebas de laboratorio, y finalmente tiene que cumplir con la característica de totalidad de estanco.
- No debe adherirse al concreto, por lo que es necesario el uso de productos químicos para el cumplimiento de este.
- Buscar siempre la relación costo/beneficio para la adaptación de estos en obras civiles.

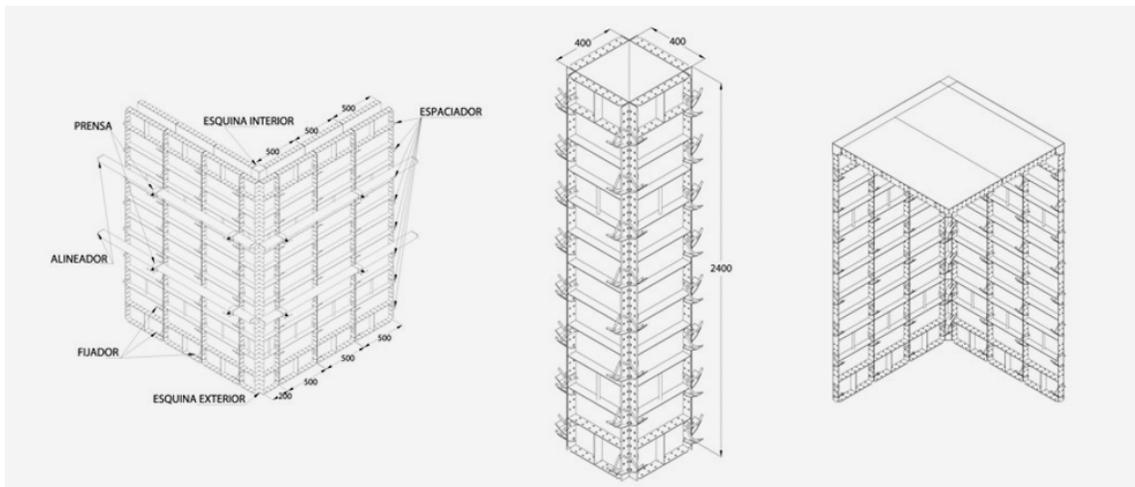


Figura 10 Esquema de formaleta metálica industrializada
Tomado de (Ingequipos, n.f.)

7. ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Como parte influyente en esta modalidad y de la temática en sí, se encuentra el estado del conocimiento donde se hace un estudio y análisis de los conocimientos hallados alrededor de la problemática planteada y que posibles soluciones han llegado a servir para la mejoría de temas similares. Para esto se consultó por medio de las herramientas electrónicas que brinda la Universidad Antonio Nariño. A continuación, se presenta la tabla 1 con las características principales para la búsqueda del tema de las formaleas.

Tabla 1 Características de búsqueda

Características principales de la búsqueda	
Tema	Importance and care formwork
Palabras claves	Formwork Construction processes formwork Alternatives of the formwork Recommendations formwork Quality building formwork Innovations with formwork
Rango de fechas de publicación	1988-2020

Elaboración propia

A partir de la consulta con la información de la tabla anterior, se encontró la siguiente cantidad de artículos con sus respectivas revistas, cantidad y referencias como se ve en la tabla 2:

Tabla 2 Clasificación de búsqueda de artículos con relación a los encofrados

Revista	Cantidad	Referencias
Springer:		
-Journal of Central South University	1	(Xiao, Sheng-Shen, Qiang, & Jing-hai, 2019)
-Construction Robotics	1	(Djelal, De Caro, Libessart, Dubois, & Pébère, 2007)
- Materials and Structures		
ELSEVIER:		
-Construction and Building Materials	1	(Megid & Khayat, 2020)
-Automation in Construction	1	(Kim, Putra Thedja, & Wang, 2020)
- Engineering Structures	1	(Mosallam & Chen, 1990)
Taylor y Francis:		
-International Journal of Construction Management	1	(Jarkas, Buildability Factors Influencing Formwork Labour Productivity of Walls, 2014)
-Journal of Civil Engineering and Management	1	(Jarkas, 2011)
- Building Research & Information	1	(Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)
Scopus:		
-IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	8	(Khasaov, Atabieva, & Chochuev, 2020) (Subbotin, Subbotin, Skibin, & Subbotin, 2020) (Galinsky, Molodid, Sharikina, & Plokhuta, 2020)

(Longbo, 2020)

(Nikolenko, Manohin, Mihnevich, &

Manohin, 2020)

(Butnik, Viatkin, Dzhalalov, Hovorukha, &

Bielka, 2020)

(Imaykin & Ibragimov, 2020)

(Evstigneeva & Ibragimov, 2020)

Scopus:

-Materials	1	(Szabo, y otros, 2020)
-Structural Concrete	1	(Kromoser & Kollegger, 2020)
-Structures Congress 2020 - Selected Papers from the Structures Congress 2020	1	(Schmitz, 5 April 2020 through 8 April 2020)
-Underground - The Way to the Future: Proceedings of the World Tunnel Congress, WTC 2013	1	(Lantincina, 31 May 2013 through 7 June 201)
-3D Printing and Additive Manufacturing	1	(Burger, y otros, 2020)
-Mathematical Modelling of Engineering Problems	1	(Wu, Zheng, Gao, & Wang, 2020)
-Materials Today Communications	1	
-Engineering Solid Mechanics	1	(Sukiman, Erchiqui, Kanit, & Imad, 2020)
- Research for Development	1	(Tahmoorian, Nemati, & Soleimani, 2020)

		(Ruttico & Pizzi, 2020)
Scopus:	2	(Funke, 2006)
Concrete (London)		(Stenning, 2006)
ScienceDirect:	2	(Rajeshkumar, Anandaraj, Kavinkumar, & Elango, 2020)
Materialtoday: Proceedings		(Sai, Gaddam, Aravindan, & Achuthan, 2020)

Elaboración propia

La clasificación de estos artículos basados en los enfoques planteados fue (Ver tabla 3):

Tabla 3 Enfoques de la investigación

Enfoques	Resultados
Métodos	11
Tecnología	6
Experimentación	13

Elaboración propia

Apoyándonos en la tabla anterior, según la investigación demuestra que existen más artículos científicos enfocados en la experimentación para este tema en particular; esto se debe a que los sistemas de encofrados se fundamentan en pruebas para hallar mejoras o nuevos desarrollos en los proyectos de ingeniería civil alrededor del mundo.

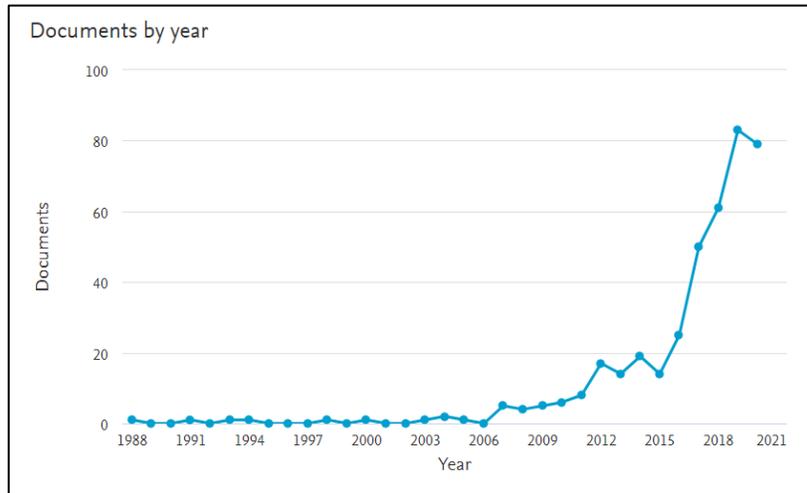


Figura 11 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por año

Tomado de (Scopus, 2020)

Por otra parte, encontramos en la figura 11 que la obtención de artículos de acceso abierto por año se ha incrementado en los últimos 14 años con más del 80% de los documentos científicos.

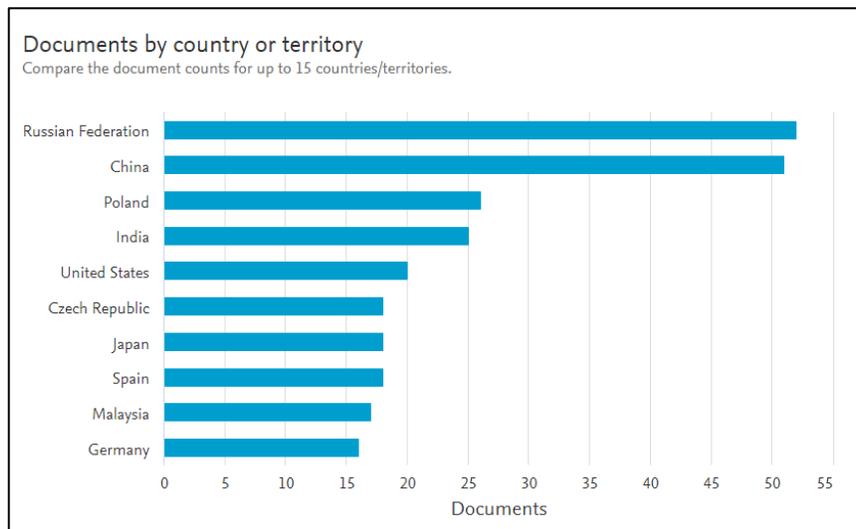


Figura 12 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por país/territorio

Tomado de (Scopus, 2020)

Además, se tiene que los países líderes en tema de encofrados con formaletas son Rusia con 52 artículos y China con una cantidad de 51. Como dato adicional, en la figura 12 se tiene que Colombia no tiene ningún registro de nuevo conocimiento con respecto a este

tema, por lo que deja una conclusión desalentadora en cuanto a los avances de investigación en el país y la falta de importancia frente a esto.

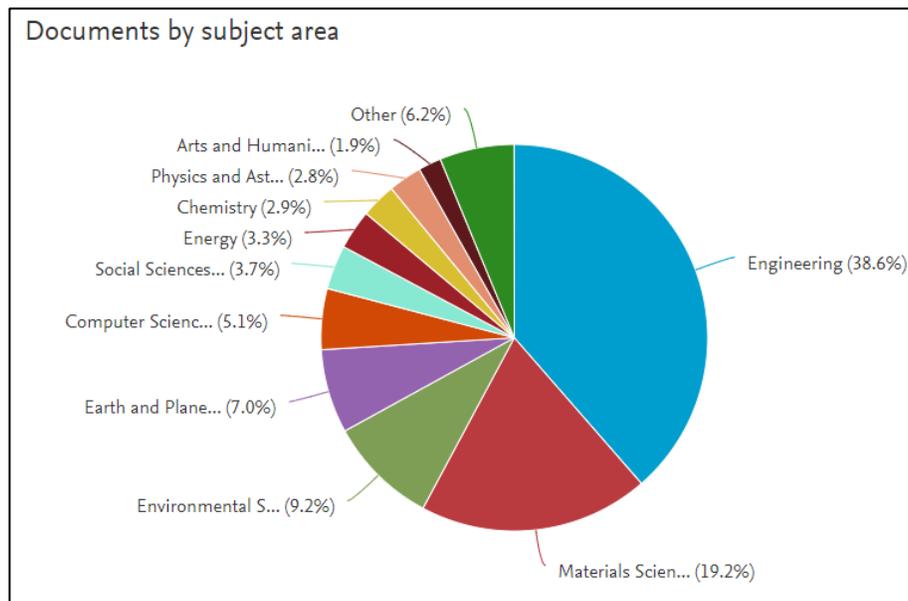


Figura 13 Gráfica de análisis de búsqueda encofrado con formaleta por área

Tomado de (Scopus, 2020)

Finalmente, se puede observar en la figura 13 que las áreas que predominan estos estudios son la ingeniería y la ciencia de materiales.

7.1. Artículo sobresaliente #1: Tecnología constructiva de encofrado fijo y control de calidad

El principal objetivo de la investigación se enfocó en implementar soluciones numéricas para seleccionar el material de encofrado más idóneo y eficaz con el objetivo de emplearlo en columnas y análisis de operaciones; para ello, se utilizó un encofrado de lámina de vidrio-magnesita, el cual ha tenido efectos muy favorables, dado que, prolonga la vida útil del hormigón a través de la mejora de la calidad, la estabilidad y la resistencia al fuego.

Lo anterior, con la finalidad de mejorar la duración de los montajes principalmente de los edificios, toda vez que, actualmente se busca aumentar el ritmo de construcción y la

minimización de costos; por ello, cada vez son más utilizados los encofrados fijos, dado que, proporcionan fuerza, expresividad arquitectónica y reducen el tiempo de construcción de los edificios y las estructuras.

Sin embargo, aunque incansablemente se ha buscado mejorar el método de hormigonado, determinar el tiempo de construcción de instalaciones monolíticas, identificar la influencia en el cambio de características dependiendo del material y distinguir el impacto en la calidad, los encofrados que son parte esencial dentro del proceso siguen siendo insuficientemente estudiados.

De tal manera que, dentro de la investigación se utilizaron bloques de poli-estireno espumado con huecos, encofrado con revestimiento, formaleta con tecnología PLASTBAU-3, paneles reforzados, bloques de madera y hormigón y láminas de vidrio- magnesita.

El encofrado de vidrio-magnesita es estudiado dado que tiene mayor velocidad de instalación debido al menor peso de los principales elementos estructurales y asimismo facilita el proceso de instalación toda vez que se reducen las operaciones tecnológicas, obteniendo grandes beneficios; ya que, la estructura debajo del encofrado queda fija y lista, sin necesidad de incurrir en gastos para terminación estética de la estructura; lo cual, escatima costos laborales y de montajes.

Sumado a esto, el análisis de los encofrados se llevó a cabo por medio del software LIRA, el cual permite establecer diferentes tipos de mapas tecnológicos que permiten estudiar la disposición y fijación de las barras de refuerzo, las instalaciones de encofrados y las preparaciones y colocaciones del encofrado en el hormigón.

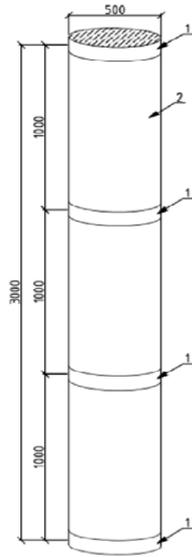


Figura 14 Modelo de Encofrado.

Tomado de (Evstigneeva & Ibragimov, 2020)

Para el estudio se examinó una columna redonda como se muestra en la figura 14 y 15, la cual cuenta con abrazaderas cada 1000 mm y diámetro $d=500\text{mm}$, altura de 3m, lámina de vidrio-magnesita con espesor 10mm, abrazadera de tubo $h=100\text{mm}$ y un diámetro de anillo $d=530\times 10\text{mm}$.

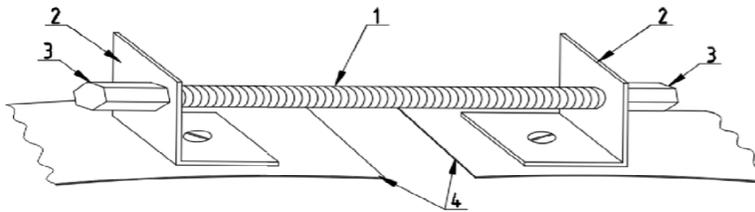


Figura 15 Diagrama esquemático de la construcción de la abrazadera.

Tomado de (Evstigneeva & Ibragimov, 2020)

La composición de la instalación del encofrado incluye diferentes tipos de trabajo, en los que encontramos:

- Sujetar mediante soldadura la abrazadera incrustándola a la placa.
- Unir 3 tiras a lo largo de la columna simétricamente a la primera abrazadera.
- Soldar las abrazaderas con un espacio de 1m de altura

-Adjuntar lámina de vidrio-magnesita a las abrazaderas ya montadas.

Dado lo anterior, se establecen diferentes parámetros técnicos y económicos de acuerdo con la implementación de las formaletas de vidrio magnesita, tal como se evidencia en la tabla 4.

Tabla 4 Parámetros técnicos y económicos

Indicador	Unidades de Medida	Cantidad
Alcance del trabajo	m3	7,85
Costos de laborales	día-hombre	15,36
Tiempo de la máquina	Cambio de máquina	0,15
Duración del trabajo	días	7

Tomado de (Evstigneeva & Ibragimov, 2020)

Con base en lo anterior, los resultados mostraron la complejidad de la instalación de veinte (20) columnas, en las cuales se determinaron que se llevarían a cabo dentro de los 7 días hábiles.

A partir de ello, los resultados que se encontraron dentro del estudio estuvieron enfocados dentro de la realización de obras de construcción, instalación y supervisión de los trabajos de armadura, mercado e instalación, trabajos de concreto, métodos de control e instrumentación utilizada, lo cual se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5 Instrumentación: regla de cinta, vertedero de construcción, teodolito de nivel, taquímetro, regla de metal, nivel de construcción

Etapas de trabajo	Operaciones controladas	Vigilancia del método	Documentación
Aceptación de elementos de encofrado fijo	-Verificación de disponibilidad de calidad en la lámina. -Disponibilidad de la calidad de las abrazaderas	Visual	Certificado de registro general
Instalación de elementos de encofrado fijo	-Instalación de encofrado fijo en la posición de diseño, cumpliendo con las normas de montaje, chapas y elementos incrustados. -Precisión de elevaciones, fiabilidad de la instalación de elementos de encofrado, falta de huecos en las juntas de los elementos.	Visual (medición)	Trabajo general, registro y diseño de proyecto
Aceptación del encofrado	-Cumplimiento de dimensiones geométricas de no elementos de encofrado desmontables con requisitos de diseño. -Instalación correcta y segura, fijación de piezas y partes integras.	Visual (medición)	Trabajo general, registro y diseño de proyecto

Tomado de (Evstigneeva & Ibragimov, 2020)

En relación con lo anterior, la construcción de los encofrados es un trabajo multilateral, minucioso o riguroso, realizando en cada etapa correspondiente la calidad de la construcción, con el objetivo de eliminar la ocurrencia de defectos y daños.

7.2. Artículo sobresaliente #2: Factores en la selección del encofrado: una investigación comparativa

Este artículo se basa en una investigación sobre el desempeño y las prácticas de los contratistas en Reino Unido, Francia y Alemania enfocados en los métodos de construcción (encofrado) elegidos por ingenieros encargados de la planificación de las obras a partir de las consideraciones y comparaciones de los factores que influyen en una decisión objetiva.

La metodología que usaron se basó en entregar los documentos de investigación (dibujos modelo del proyecto y cuestionario) a contratistas con empresas de tamaño mediano y grande dentro de los países en análisis. Parte del cuestionario se refería a trabajos temporales, invitando a los encuestados a seleccionar el tipo de encofrado que utilizarían para construir diferentes elementos de la estructura del modelo. Los elementos fueron: pilares, vigas y losas de suelo.

Luego, se solicitó a los mismos encuestados que dieran un nivel de importancia a nueve factores para la selección del método.

Tabla 6 Nueve factores de relevancia para la selección del sistema de encofrado

Factor de selección	Definición
Especificaciones (calidad) del hormigón	La selección de un sistema de encofrado determinada por la especificación del hormigón

Costos relativos	La selección de un sistema de encofrado determinado por comparación de costos, asumiendo que se preferiría el más económico
Velocidad de producción	La selección de un sistema de encofrado determinado por el que probablemente cumpla con la tasa de producción de construcción
Disponibilidad de planta y equipo	La selección de un sistema de encofrado determinado por la probable adquisición de estos recursos
Disponibilidad de mano de obra	La selección de un sistema de encofrado determinado por la probable obtención de estos recursos
Práctica de la empresa	La selección de un sistema de encofrado determinada por la política, práctica y/o procedimientos de la empresa
Forma y ubicación del edificio	La selección de un sistema de encofrado determinada por el diseño del edificio permanente en este sitio
Grado de repetición	La selección de un sistema de encofrado determinado por el diseño de una construcción permanente con especificaciones relevantes por la cantidad de repeticiones involucradas en el proyecto

Sistema de transporte in situ

La selección de un sistema de encofrado determinado por la planta y el equipo proporcionado como la solución de transporte in situ

Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

Cabe resaltar que el análisis estadístico se tiene a partir de 31 contratistas encuestados de Reino Unido, 13 de Francia y 10 alemanes con su respectivo volumen de negocios anual para determinar si el tamaño de la empresa influye en los ingenieros (ver figura 16).

Volumen de negocios anual (libras esterlinas)	Número y porcentaje de contratistas					
	Reino Unido		Francia		Alemania	
	No.	%	No.	%	No.	%
< £ 50 millones	8	25,8	5	35,7	1	10,0
£ 50 <£ 450 millones	14	45,2	5	35,7	2	20,0
> 450 millones de libras	9	29,0	4	28,6	7	70,0
Totales	31	100	14	100	10	100

Figura 16 Balances económicos de los encuestados

Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

A partir de este punto, los mismos ingenieros seleccionaron un grupo de 5 tipos de material de encofrado para el diseño de obras, de los cuales salieron: Madera, acero, prefabricado, patentado (propiedad) y otro.

A continuación, se presentan los resultados de manera gráfica para cada elemento constructivo:

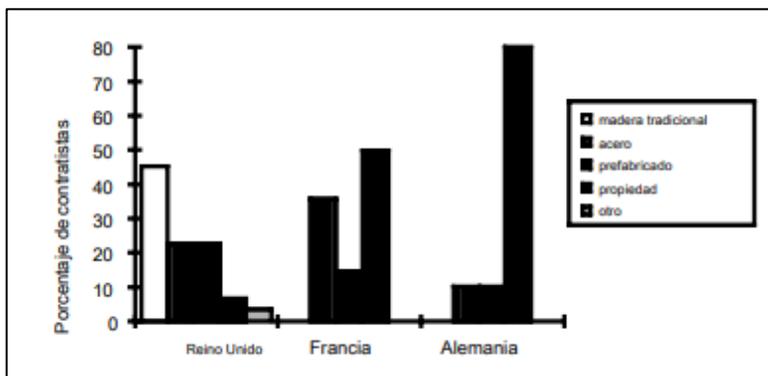


Figura 17 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de columnas

Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

Para encofrados en columnas como en la figura 17, se tiene que el material preferido por el Reino Unido es la madera con un 45,2% mientras que en Francia y en Alemania predominan las formas patentadas con un 50% y 80% respectivamente.

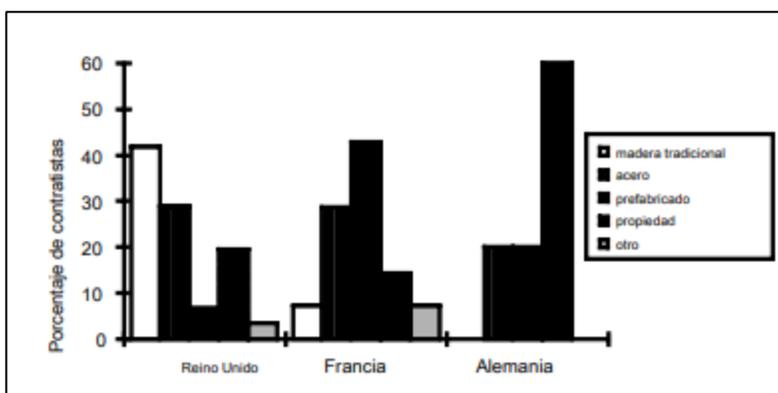


Figura 18 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de vigas

Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

Para el caso en vigas, según la figura 18 se observa que en Reino Unido prevalece la madera y en Alemania las patentadas. La única diferencia se encuentra en Francia, donde la opción más popular son los sistemas de prefabricados.

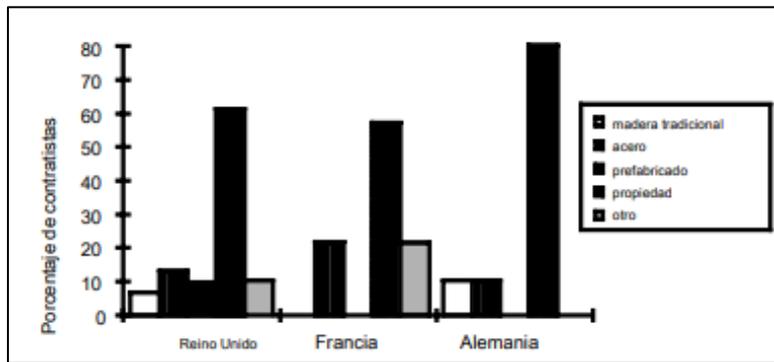


Figura 19 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño de losas de suelo
Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

Para el caso de las losas de suelo, se tiene que la abrumadora preferencia para cada país es del material patentado por cada nación y se da poco interés en las demás opciones (ver figura 19).

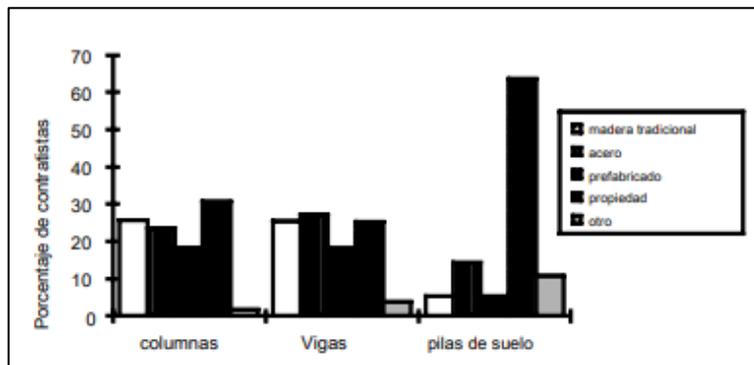


Figura 20 Gráfica de preferencia de encofrado para el diseño para los 3 elementos
Tomado de (Proverbs, Holt, & Olomolaiye, 2010)

Para la figura 20 donde se analiza el encofrado “europeo” en términos de práctica nos encontramos con un escenario complicado teniendo en cuenta que para las columnas y vigas se tiene un 25% por las 4 primeras opciones, mientras que para las losas si hay una clara preferencia por el sistema patentado. Por lo que se llega a la conclusión de que estos sistemas se ajustan a ciertos rasgos y características asociadas con las respectivas industrias de construcción nacional.

Otra de las conclusiones halladas es que independientemente del tamaño de las empresas sus selecciones de métodos de encofrados de madera, acero y formas patentadas varía entre un 25% y 40% por lo que no representa un mayor impacto este factor.

8. METODOLOGÍA

Se estima que el proceso de la monografía se complete en 3 etapas:

Primera etapa: Recolección de información.

- Estudio bibliográfico del tema sobre las formaletas y encofrados.
- Buscar los principales factores de viabilidad por medio de los recursos bibliográficos que se tienen para cada tipo de formaleta planteado.
- Se realiza un análisis de los conocimientos hallados dentro del marco teórico y el estado del conocimiento.
- Se plasma la información más relevante y que tenga relación directa con el asunto.

Segunda etapa: Análisis comparativo de formaletas comerciales.

- Mostrar los métodos de diseño que se tienen de las formaletas.
- Analizar la viabilidad de la aplicación de los diferentes modelos de estos elementos constructivos.

Tercera etapa: Evaluación de resultados.

- A partir del estudio comparativo y de la generación de resultados, se procede a enunciar las consideraciones técnicas para mejorar el uso de las formaletas.
- Después de las conclusiones se procede a dar unas recomendaciones para la posible solución, con la finalidad de cuidar y preservar estos elementos constructivos de tanta importancia.

Cabe tener en cuenta que, durante toda la metodología del documento, se irá organizando cada componente del anteproyecto y tesis de acuerdo con los lineamientos que brinda la Universidad Antonio Nariño.

9. RESULTADOS

9.1. Defectos y consecuencias del mal uso de las formaletas

Una vez expuesta la importancia de las formaletas, además de la información básica que se debe tener en cuenta para el planteamiento del problema y la temática; a continuación, se plantearán los principales defectos y consecuencias que se originan por la mala práctica o uso excesivo de este elemento, superando su vida útil o sin la adecuada limpieza:

- 1) **Desalineación:** Este fenómeno se presenta debido a la falta de ajuste en una o más piezas del elemento constructivo, lo que ocasiona una deformación considerable en el concreto (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 21).



Figura 21 Efecto de desalineación del concreto
Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 2) **Ondulación:** Es un efecto similar al anterior, con la diferencia de que este se presenta en zonas centrales de los muros, provocando así un efecto visual de ondulación en la zona afectada (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 22).



Figura 22 Efecto de ondulación en los muros
Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 3) **Resaltos:** Es un defecto que se genera por la falta de uniformidad o coincidencias de planos de las caras de las formaletas, recreando visuales perjudiciales en el concreto (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 23).



Figura 23 Efecto de resaltos
Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 4) **Rebabas:** Son líneas de concreto que sobresalen por las aberturas del conjunto de caras o elementos del encofrado, solidificándose y dejando volúmenes no requeridos en el acabado (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 24).



Figura 24 Efecto de rebabas

Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 5) **Sangrados:** Se le denomina al fenómeno que forma una coloración distinta a la habitual del concreto, además de una textura rugosa. Esto se forma por la exposición del agregado fino como pérdida de parte de la lechada que se escapa por las aberturas de las uniones (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 25).



Figura 25 Efecto de sangrado en el concreto

Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 6) **Hormigueros:** Son vacíos irregulares que se evidencian claramente en la superficie del concreto. Su causa es la exposición del agregado grueso y la falta de mortero para llenar justamente esos espacios (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 26).



Figura 26 Efecto de hormigueros en el concreto
Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

- 7) **Descascaramiento:** Es el fenómeno no usual de desprendimiento de la lechada superficial del concreto. Esto se puede deber a la errónea utilización de productos químicos que eviten que la mezcla se adhiera al elemento ingenieril (CONSTRUGARANTÍAS, 2015) (Ver figura 27).



Figura 27 Efecto de Descascaramiento del concreto
Tomado de (CONSTRUGARANTÍAS, 2015)

9.2. Formaletas comerciales y sus características

A nivel comercial, encontramos que existen empresas especializadas en la fabricación y alquiler de estos elementos constructivos. En este caso, se presentan 5 empresas (Ver figura 28) con diferentes niveles de reconocimiento para exponer los datos más relevantes principalmente como componentes estructurales de las formaletas mostrados a continuación y determinar qué datos especiales sobresalen unos de otros. Cabe aclarar que la información fue hallada de las páginas oficiales de las empresas (METALEX, 2014), (Andescol, 2015), (FORMESAN, 2011), (Forsa, 2017), (Luquetta Chedraui, 2006) y (UNISPAN, 2020).

EMPRESA	METALEX (Formaleta metálica)	ANDESCOI (Formaleta metálica)	FORMESAN S.A.S (Formaleta metálica)
RENDIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • La presión máxima de vaciado para una altura de 2,4 metros es de 4800 Kg/m². • El peso máximo por unidad es de 26 Kg. • Se utiliza una combinación de acero-metal para garantizar una alta resistencia a los esfuerzos en fundición. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este elemento es muy versátil y modular gracias a la variedad de medidas que se ofrecen para las obras civiles (De 5 cm hasta los 60 cm). • Presión máxima de vaciado de 4.800 Kg/m² en alturas de aproximadamente 2,4 m. • Peso máximo correspondiente a 25,2 Kg (módulo de 60 cm x 120 cm). • Es caracterizado por tener resistencia a esfuerzos de compresión y tensión. • Su material de fabricación es de acero de alta resistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema que resiste los esfuerzos a compresión y tensión, además de la corrosión. • Pueden llegar a soportar una presión máxima de 5.850 Kg/m² en su límite del rango de altura en el proceso de vaciado. • Integran varillas que favorece su arrioste y manipulación. • Tienen un rango de altura por panel entre 60 cm a 240 cm y su ancho de 5 cm a 60 cm. • El peso máximo por módulo (240 cm x 60 cm) es de 52 Kg. • Usa una combinación de aceros y metal de distintos grosores para garantizar mayor resistencia en los esfuerzos que se puedan presentar en el proceso de fundición.
USOS	<ul style="list-style-type: none"> • Durabilidad hasta de 1000 usos. • El encofrado permite realizar armados de modulación tipo pórtico, monolítico, muros, losas, soportes perimetrales y hasta escaleras. • Las partes que en conjunto forman el elemento constructivo son las siguientes: Tablero, alineador, pines, grapas, soportes para andamios, apoyos de baranda, tensores, paral telescópico y paral de seguridad. • Su campo de trabajo tan solo abarca parte de Antioquia y a nivel internacional el país vecino Ecuador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una durabilidad de hasta 1000 usos. • Este sistema se usa en distintas obras de infraestructura para el vaciado del concreto como lo son: Vigas, columnas, losas aligeradas o macizas, muros de contención o tipo pantalla, tanques, box culvert, entre otros. • Los componentes necesarios para la aplicación del procedimiento son: Formaletas, rincóneras, ángulo, chapetas, pin, alineador, tensor y las corbatas o también llamados distanciadores. • Se han implementado dichos sistemas principalmente en Antioquia, y fuera del país en República Dominicana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden reutilizar hasta 1500 veces con un proporcionado mantenimiento. • Su procedimiento es compatible para el uso en proyectos comerciales, de vivienda, obras civiles e infraestructura. • Los elementos usados para el desarrollo de funcionamiento de una formaleta son: Tubo manual, Chapeta, pico manual, pines, corbatas distanciadoras de dos o tres huecos, mordazas, rincóneras, tubos alineadores, tapas muro y espátula. • Su aplicación abarca un gran porcentaje del país, ya que se han realizado proyectos con estos sistemas en Bogotá y Cundinamarca, Antioquia, Costa Atlántica, Eje Cafetero, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander, Tolima y Valle del Cauca. Además, se tienen edificaciones a nivel internacional como en Ecuador, Rep.Dominicana, Panamá y México.
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de pintura de anticorrosivo. • Soldadura de alta penetración. • Contiene refuerzos lámina Cold Rolled de 1,9 mm. • Está equipado con bandas de acople Hot Rolled de 3,0 mm. • Comprende una superficie de contacto en lámina acetada y decapada de 2,5 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gracias a la adaptación de lámina metálica este brinda un acabado liso en las edificaciones. • Es un sistema manportable, por lo que es de sencilla manipulación. • Soldadura de penetración alta. • Es un método de fácil manejo para los operarios. • Mejora considerablemente los tiempos de ejecución en la obra (vaciados de forma monolítica). • Al ser un procedimiento industrializado, sus desperdicios de material son mínimos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la cara para dar un acabado liso o texturizado. • Sus refuerzos interiores se encuentran en "U" para crear mayor resistencia en el módulo. • Tiene características moldeables con sus respectivas medidas, texturas y ángulos pedidos a solicitud. • Es un método de fácil ensamble y transporte. • Proporciona uniformidad con el acabado de concreto. • Es de vital importancia el uso de desmoldante en la cara exterior de cada panel para evitar adherencias de concreto y realizar un adecuado mantenimiento para que su vida útil se pueda extender lo máximo posible.

FORSA (Formaleta metálica)	UNISPAN (Formaleta metálica)
<ul style="list-style-type: none"> • Dado que es una formaleta fabricada en una aleación de aluminio estructural 6261, su peso es relativamente ligero y su manejabilidad es alta. • Pueden llegar a paneles de 2,10 m de altura y 0,90 m de ancho con un peso aproximado de 36 Kg o 17,5 Kg/m². • Contiene refuerzos estructurales para aguantar cargas hidrostáticas de máximo 4 m. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un procedimiento industrializado formado por material de acero estructural monoportable con alta resistencia. • Su peso se encuentra en los 31 Kg/m² y puede llegar a resistir cargas de presión de vaciado de 75KN/m².
<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden implementar de 1500 a 2000 veces dependiendo del mantenimiento que se realice. • Los objetos que conforman la formaleta forsa son: Pín-flecha, pín-grapa, porta-alineador, parates, paneles de distintas dimensiones, separador, corbatas-distanciadores, andamio exterior (en caso de ser necesario), pasadores, cuñas para padores, tornillos, barra niveladora, tensores, escaleras de armado y gradas móviles exclusivas de la propia marca. • Su aplicación tradicional se da en losas, paredes, vigas, columnas, muros divisorios, puentes, séptanos, tanques de almacenamiento, box culverts, piscinas y edificaciones residenciales y comerciales. Por otra parte, su aplicabilidad diferencial se da en muros curvos, alfajías y torres hasta de manera monolítica. • Tiene un uso a nivel nacional, sin embargo, las ciudades en las que más se implementa es en Bogotá, Armenia, Medellín, Cartagena, Tolima y Cali. Adicionalmente, encontramos reconocimiento a nivel internacional en países como Brasil, México, Panamá, Guatemala, Argentina, El Salvador, Bolivia, España, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Perú, Nicaragua, Venezuela, Rep. Dominicana, Jamaica y Ecuador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su vida útil se encuentra en el rango de 1500 hasta 3000 usos. Sin embargo, en pocos casos se han llegado a registrar hasta los 3500. • A parte de sus aplicaciones tradicionales para vivienda, este elemento presta el servicio en la construcción de canales, plantas de tratamiento, bodegas, sistemas de almacenamiento de agua, infraestructura vial, sifones, tuneles, entre otros. • Los elementos necesarios de las formaletas para muros son: Panel, juego de cuña, grapas B y C, tubo alineador, canal alineador, Alzaprima Push-pull y tirante recuperable. • Objetos indispensables de formaletas para losas: Gata doble cabeza, tavesaños y puntales, gata base, Viga, conector, gata uni cabeza "Y" y en "U", copia giratoria, placa y banda y placa base. • A pesar de que no tiene casa matriz en el país, es muy utilizada al igual que en países como Sudáfrica (orginaria), Chile, México, Argentina, Rep. Dominicana y Perú. En el entorno nacional encontramos registros de uso en Bogotá, Córdoba, Cúcuta, Cali, Sincelejo, Santa Marta, Meta, Montería, Medellín, Cartagena, entre otros.
<ul style="list-style-type: none"> • En el proceso constructivo se maneja este elemento en n tiempo reducido frente a otros, llegando hasta levantar un promedio de unidad de vivienda diaria. • Pueden llegar a crear acabados exteriores con textura, tipo ladrillo o acanalado. • Al ser elementos estándar estos se pueden modular de manera horizontal o vertical para facilitar el armado. • Las caras de concreto terminan con un acabado parejo y homogéneo, agradable con la estructura y con la vista del ser humano. • La empresa cuenta con mantenimiento especializado en las formaletas de su propia marca para que se garantice su mayor rendimiento. • Existe una variabilidad en estos sistemas, de tal manera que cada uno es especializado para los distintos procedimientos para la creación de una infraestructura: Encofrado Forso I-100, Forso Acero, Forso P-100 y Forso ALU-100. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un elemento constructivo durable y adaptable a distintos proyectos gracias a sus medidas estandarizadas y a las diferentes texturas que brindan para la fachada como lo son ladrillo, rizado, etc. • La empresa contiene la posibilidad de arrendamiento de estos elementos, dando una flexibilidad a nivel económico. Aunque es recomendable comprarlas. • La formaleta Unispán utiliza el sistema tripode que brinda mayor espacio de circulación y menores tiempos en el proceso de instalación. • El diseño de describe rápido permite bajar paneles y vigas sin requerir re apuntalamientos. • Dentro del sistema de encofrado Unispán existen sub-sistemas especializados para distintos requerimientos en las obras civiles. Existen alrededor de 28 procedimientos específicos con sus respectivas peculiaridades que hacen de estos métodos únicos.

Figura 28 Características, usos y rendimientos de formaletas comerciales

Elaboración Propia

Como se puede evidenciar en la figura anterior, la mayoría de las características estructurales de las formaletas se comparten con ligeras diferencias, mostrando así soluciones para las distintas necesidades de las constructoras, además de que estas empresas manejan distintas formaciones tipológicas (escaleras, estructuras completas, formas, entre otros...), además de diferentes materiales (madera, aluminio, acero, madera-acero, etc...).

9.3. Factores ambientales involucrados en las formaletas

Luego del análisis previo, se plantean las observaciones a nivel ambiental de los procesos industrializados de las formaletas con la intención de tener en cuenta que aspectos negativos y positivos generan estos elementos (Ver tabla 7):

Tabla 7 Aspectos ambientales de la aplicación y fabricación de formaletas

ASPECTOS AMBIENTALES DE LOS PROCESOS INDUSTRIALIZADOS DE LAS FORMALETAS	
NEGATIVOS	POSITIVOS
Para el caso de la utilización de formaletas de madera, se genera un claro daño ambiental ya que para la fabricación de dichos elementos es necesaria una excesiva tala de árboles que afectan en gran manera el ambiente. Además de que existen empresas que no manejan adecuadamente este tipo de residuos una vez terminan su vida útil estos encofrados.	Existen proyectos que buscan ideas novedosas que sean amigables con el medio ambiente para la formación de formaletas con material plástico reciclable. En el momento no se encuentran certificadas ni comercializadas debido a que este tipo de ideas se encuentran en una fase prematura. Algunos de estos proyectos son: <ul style="list-style-type: none">• ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE FORMALETA PLASTICA A BASE DE MATERIAL RECICLADO EN

LA CIUDAD DE BOGOTÁ (Martínez Páez & Rocío Díaz, 2017).

- PROYECTO PARA LA ELABORACIÓN DE FORMALETAS EN PLÁSTICO RECICLADO, CON EL FIN DE SER UTILIZADAS EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C (Gómez Orozco, Mendoza Cohen, & Santos León, 2012).

Dependiendo de la ubicación de la obra en donde se van a utilizar estos elementos, se puede generar una afectación en la fauna y generación de elementos ajenos al terreno natural, afectando de esta manera el aspecto paisajístico de manera temporal o permanente (Leguizamon Vera, 2015). Debido a que la madera es un material frecuentemente desechado una vez terminada su función ajena a las actividades civiles; este mismo se puede tratar de una manera adecuada y así crear una formaleta con madera reciclada. Buscando fundamental un nuevo uso para este componente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010).

Existe generación de polvo a raíz del vaciado del concreto en estos elementos (Leguizamon Vera, 2015). La implementación de formaletas metálicas en los procesos industrializados ayuda al medio ambiente de manera directa por evitar el uso de otros materiales que se deben preservar

(Área Metropolitana del Valle de Aburrá,
2010).

Formación de contaminación del ruido
mediante el proceso de montaje, vaciado
y desmonte de estos elementos
estructurales (Leguizamon Vera, 2015).

Elaboración propia

Aunque se ve claramente por medio de la tabla que las formaletas contienen inconvenientes ambientales, se puede evidenciar que el impacto no es mayor a la necesidad que cubre en todo tipo de obra estos elementos constructivos; por esta razón, se propone dejar este punto de sostenibilidad ambiental abierto para otros autores que deseen investigar y encaminarse por esta rama de estudio.

10. CONCLUSIONES

- Las formaletas son elementos casi indispensables en la actualidad de los proyectos civiles, en donde existen entidades dedicadas al mejoramiento de estas para una correcta gestión de obra; Sin embargo, factores como el dinero y el tiempo pueden hacer que se “deformen” estos beneficios y se transformen en todo lo contrario.
- La importancia de estos elementos se presentó a través de su explicación básica, aplicaciones, artículos científicos relevantes del tema y por medio del presente documento, dándole al lector aspectos generales y específicos de la ciencia que abarca estos elementos ingenieriles.
- El estudio realizado, clarifica que es altamente indispensable la utilización de formaletas, pero así mismo, muestra que se debe ser muy cuidadoso en el momento de hacer cumplir cada tarea de manera correcta. Ver capítulo 6 marco teórico de la formaleta: importancia, características y tipos, capítulo 7 marco conceptual como conocimiento global que se tiene de las formaletas e identificación de factores de selección, y capítulo 9 resultados como conocimiento vinculado por el estudiante para la mejoría de la problemática planteada.
- Exponer varias formaletas y sus características, nos permiten reforzar la idea de que existen distintos tipos de formaletas que se pueden implementar en las obras acorde a las exigencias de los diferentes clientes, como se ve en la figura 28 y la tabla 7 del presente documento.
- La realización de fichas informativas permite dar una metodología correcta de uso con las formaletas para aquellas personas que no tienen total conocimiento de ellas a la hora de ponerlo a prueba en las obras civiles. Además, se brindan recomendaciones como

resultado de los casos negativos que se pudieron evidenciar a través de la tesis. Ver anexo 1 Fichas informativas de la aplicación de una formaleta.

- El factor ambiental de las formaletas es un tema prematuro que se establece en este documento académico como principio para posibles futuras investigaciones acerca del cómo podemos generar un equilibrio entre el uso de estas y el hecho de ser sostenibles con el medio ambiente.
- En el presente trabajo se identificaron los factores que los ingenieros tienen en cuenta para la selección de las formaletas a nivel internacional que pueden servir como guía a nivel nacional, ver capítulo 7.1 donde vemos como se hace el respectivo estudio en un artículo científico.
- Gracias las diferentes investigaciones, se establecieron varios problemas constructivos frecuentes de las formaletas para edificaciones industrializadas, ver capítulo 9.1 donde se distinguen tales fenómenos.

11. RECOMENDACIONES

- Es pertinente hacer un llamado de atención a las constructoras ya que como se mostró en el documento, los proyectos civiles han perdido gran estética y resistencia debido al mal uso de estos elementos; estos factores antrópicos definitivamente juegan un papel importante.
- Así como existen estudios que combinan el cuidado ambiental con temas de ingeniería civil, este no puede ser la excepción; por esta razón, se deja la incógnita implícita dentro de la temática planteada para generar nuevo conocimiento como el prematuro tema de las formaletas hechas con plástico de alta densidad.

12. ANEXOS

Se anexan las fichas informativas acerca del adecuado proceso de utilización de las formaletas; además el artículo correspondiente al trabajo de grado **recomendaciones en el proceso constructivo y en el uso de las formaletas de concreto industrializado**, el cual compendia la información relevante y una copia del documento original del trabajo de tesis.

13. REFERENCIAS

- Aguirre Eastman, S. (2019). Lo que debe saber sobre el uso de las formaletas. Obtenido de A la obra maestros: <https://maestros.com.co/buenas-practicas/lo-que-debe-saber-sobre-el-uso-de-las-formaletas/>
- Andescol. (3 de Marzo de 2015). Andescol Andamios y Estructuras de Colombia. Obtenido de Formaleta Metálica: <http://www.andescol.com/wp-content/uploads/2017/09/Presentaci%C2%A2n-Formaleta-Met%E2%80%A0lica-Andescol-03.03.2015.pdf>
- Ardila, I. (21 de Septiembre de 2015). Procedimientos constructivos en obra. Obtenido de PROCEDIMIENTO CONSTUCTIVO ARDILA: <https://procedimientoconstructivoardila.com/procedimientos-constructivos/>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (Abril de 2010). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Obtenido de Manual de gestión socio-ambiental para obras en construcción: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/SiteAssets/Paginas/Consumo-sostenible/Construccion-sostenible/Manualambientalparaprocesosconstructivos.pdf>
- Betancourt Taco, E. M. (Febrero de 2016). Obtenido de APROVECHAMIENTO DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA ELABORACIÓN DE ENCOFRADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4962/1/UDLA-EC-TTCD-2016-02.pdf>
- Burger, J., Lloret-Fritschi, E., Scotto, F., Demoulin, T., Gebhard, L., Mata-Falcón, J., . . . Flatt, R. (Abril de 2020). Eggshell: Ultra-thin three-dimensional printed formwork for concrete structures. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 49-59. Obtenido de

<https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083718230&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Butnik, S., Viatkin, V., Dzhalalov, M., Hovorukha, I., & Bielka, V. (25 de Agosto de 2020).

Peculiarities of erecting walls for houses and buildings by technology of monolithic construction using permanent formwork unit. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol 907. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091190214&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/acabados-con-formaletas-en-fibra-de-vidrio>

Cárdenas Santana, D. (2019). Acabados con formaletas en fibra de vidrio: Arte y mobiliario en concreto. Obtenido de 360 en concreto Argos:

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/acabados-con-formaletas-en-fibra-de-vidrio>

Chuchuca Chuchuca, V. Á. (2016). UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL.

Obtenido de SISTEMA CONSTRUCTIVO ALTERNATIVO CON EL USO DE FORMALETAS METÁLICAS EN VIVIENDAS SOCIALES DE LA URBANIZACIÓN CIUDAD PALMERA DEL CANTÓN MACHALA:

http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7911/1/TTUAIC_2016_IC_CD0012.pdf

CONSTRUGARANTÍAS. (2015). MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN. Obtenido de CONSTRUGARANTÍAS: <http://construgarantias.org/wp-content/uploads/Manual-de-buenas-practicas-2015-Concreto-a-la-vista-1.pdf>

Djelal, C., De Caro, P., Libessart, L., Dubois, I., & Pébère, N. (24 de Julio de 2007). Comprehension of demoulding mechanisms at the formwork/oil/concrete interface. *Materials and Structures*, 571-581 (2008). Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2077/article/10.1617/s11527-007-9268-3>

Doblamos S.A. (2020). Formaletas. Obtenido de Doblamos: <https://doblamos.com/formaletas/>

Evstigneeva, Y., & Ibragimov, R. (12 de Agosto de 2020). Construction technology of fixed formwork and quality control. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol 890. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090360081&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

FORMESAN. (2011). FORMESAN Moldes Para Concreto. Obtenido de Encofrados: <http://www.formesan.com/encofrados.html>

FORMESAN. (2020). Catálogo. Obtenido de Encofrados metálicos para moldeado de concreto: <http://www.formesan.com/catalogo.pdf>

Forsa. (2017). ENCOFRADOS FORSA ACERO PARA EDIFICACIÓN COMERCIAL. Obtenido de Forsa: <https://www.forsa.com.co/edificacion-comercial/encofrado-forsa-acero/>

Forsa. (2017). Sistemas de encofrados para escaleras. Obtenido de Forsa: <https://www.forsa.com.co/sistema-encofrados-escaleras/>

Funke, H. (Octubre de 2006). Insulated concrete formwork - Sustainable, durable and modern. Concrete (London), 27-28. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-33750279647&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=care+of+formwork&st2=&sid=810d52040f88cca38e5650c264b737cb&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28care+of+formwork%29&relpos=9&citeCnt=1&searchT>

Galinsky, O., Molodid, O., Sharikina, N., & Plokhuta, R. (25 de Agosto de 2020). Research of technologies for restoration of the concrete protective layer of reinforced concrete constructions during the reconstruction of the buildings and structures. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol 907. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091138946&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75>

c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb
r%2c%22ENGI%22%2ct%

Gómez Orozco, C. A., Mendoza Cohen, I. M., & Santos León, L. G. (2012). UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA. Obtenido de PROYECTO PARA LA ELABORACIÓN DE FORMALETAS EN PLÁSTICO RECICLADO, CON EL FIN DE SER UTILIZADAS EN LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000336.pdf>

Imaykin, D., & Ibragimov, R. (12 de Agosto de 2020). Cold water concreting technology using thermoactive formwork. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol 890. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85090331864&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Jarkas, A. (10 de Febrero de 2011). The impacts of buildability factors on formwork labour productivity of columns. Journal of Civil Engineering and Management, 471-483 (2010). Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2112/doi/abs/10.3846/jcem.2010.53>

Jarkas, A. (10 de Febrero de 2014). Buildability Factors Influencing Formwork Labour Productivity of Walls. International Journal of Construction Management, 101-117 (2010). Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2112/doi/abs/10.1080/15623599.2010.10773156>

Khasaov, Y., Atabieva, M., & Chochuev, A. (11 de Septiembre de 2020). Strength of the monolithic coverings with non-fixable formwork of steel fibro-tuffcrete elements. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volumen 913. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091984932&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%>

Kim, M.-K., Putra Thedja, J. P., & Wang, Q. (Abril de 2020). Automated dimensional quality assessment for formwork and rebar of reinforced concrete components using 3D point cloud data. Automation in Construction, Vol 112. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0926580519309458>

Kromoser, B., & Kollegger, J. (1 de Febrero de 2020). Efficient construction of concrete shells by Pneumatic Forming of Hardened Concrete: Construction of a concrete shell bridge in Austria by inflation. Structural Concrete, Vol 21. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85071302643&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%>

Lantincina, G. (31 May 2013 through 7 June 201). A big full-round tunnel formwork designed for the ingula pumped storage scheme in South Africa. Underground - The

Way to the Future: Proceedings of the World Tunnel Congress, WTC 2013, 1472-1479. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-84878589035&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=care+of+formwork&st2=&sid=810d52040f88cca38e5650c264b737cb&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28care+of+formwork%29&relpos=3&citeCnt=0&searchT>

Leguizamon Vera, Y. K. (2015). UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Obtenido de ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE POLIDEPORTIVO BARRIO PERLA DEL MANACACIAS EN EL MUNICIPIO DE PUERTO GAITAN.META ORINOQUIA:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14435/1/2015_an%C3%A1lisis_impacto_ambiental_.pdf

Longbo, Z. (9 de Abril de 2020). Discussion on Application of BIM Technology in Aluminum Alloy Formwork Support System. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol 780. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083241467&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Luquetta Chedraui, O. M. (2006). Universidad de los Andes. Obtenido de ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS PARA VIVIENDA EN COLOMBIA: EL CASO DE FORSA Y UNI-SPAN: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23068/u281490.pdf?sequence=1>

Martínez Páez, D. C., & Rocío Díaz, L. (Junio de 2017). UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Obtenido de ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE FORMALETA PLASTICA A BASE DE MATERIAL RECICLADO EN LA CIUDAD DE BOGOTA: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6504/ESTUDIO%20DE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20PRODUCCION%20Y%20COMERCIALIZACION%20DE%20FORMALETA%20PLASTICA%20A%20BASE%20DE%20MATERIAL%20RECICLADO%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOTA.pdf;jsessionid>

Megid, W., & Khayat, K. (Marzo de 2020). Variations in surface quality of self-consolidation and highly workable. *Construction and Building Materials*, vol 238. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S0950061819330909>

METALEX. (2014). METALEX. Obtenido de Encofrados: <https://www.metalex.com.co/encofrados/>

Mosallam, K., & Chen, W.-F. (Julio de 1990). Design considerations for formwork in multistorey concrete buildings. *Engineering Structures*, 163-172. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/abs/pii/014102969090003B>

Nikolenko, S., Manohin, V., Mihnevich, I., & Manohin, M. (11 de Septiembre de 2020). Ecologically safe construction of monolithic concrete structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol 913. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85092062256&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%22%2ct%2b%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%>

Proverbs, D., Holt, G., & Olomolaiye, P. (14 de Octubre de 2010). Factors in formwork selection: a comparative investigation. *Building Research & Information*, 109-119. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2112/doi/abs/10.1080/096132199369570>

Rajeshkumar, V., Anandaraj, S., Kavinkumar, V., & Elango, K. (28 de Julio de 2020). Analysis of factors influencing formwork material selection in construction buildings. *Materialstoday: Proceedings*. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S2214785320344916>

Ruttico, P., & Pizzi, E. (2020). Development of a system for the production of disposable carbon fiber formworks. *Research for Development*, 221-227. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077454569&origin=resultslist&sort=plf->

f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75
c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb
r%2c%22ENGI%22%2ct%

Sai, M., Gaddam, Aravindan, & Achuthan. (9 de Julio de 2020). A comparative study on newly emerging type of formwork systems with conventional type of form work systems. Materialstoday: Proceedings. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2052/science/article/pii/S2214785320345375>

Sánchez, O. (11 de Junio de 2016). Encofrados y formaletas. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/oscarsanchez244/encofrados-y-formaletas>

Sánchez, O. (11 de Junio de 2016). SlideShare. Obtenido de ENCOFRADOS Y FORMALETAS: <https://es.slideshare.net/oscarsanchez244/encofrados-y-formaletas>

Schmitz, R. (5 April 2020 through 8 April 2020). Fabric-Formed Concrete Structures: A Unique Way of Forming Concrete. Structures Congress 2020 - Selected Papers from the Structures Congress 2020, 370-384. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083081043&origin=resultlist&sort=plf->

f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75
c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb
r%2c%22ENGI%22%2ct%

Scopus. (2020). Analizar resultados de búsqueda: Fromwork. Obtenido de Scopus: <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/term/analyzer.uri?sid=0d9e63db099b64bbf9785c55584b0cb2&origin=resultlist&src=s&s=TITLE-ABS->

KEY%28FORMWORK%29&sort=plf-
f&sdt=cl&sot=b&sl=23&count=400&analyzeResults=Analyze+results&cluster=sc
oopenaccess%2c%221%22%2ct&ref=%2

Shaffer, M. (14 de Julio de 2017). Developing robotic formwork: enhancing formwork mobility and variability through mechanization. *Construction Robotics*, 77-83 (2017). Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2077/article/10.1007/s41693-017-0004-4>

Silva, O. (2020). ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES DE LAS FORMALETAS EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN? Obtenido de 360 en concreto Argos: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/normatividad/funciones-de-las-formaletas-proyecto-edificacion>

Stenning, P. (Mayo de 2006). New formwork technology provides a safe working environment for high-rise construction. *Concrete (London)*, 15-16. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-33646687746&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&st1=care+of+formwork&st2=&sid=810d52040f88cca38e5650c264b737cb&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28care+of+formwork%29&relpos=10&citeCnt=0&search>

Subbotin, V., Subbotin, A., Skibin, G., & Subbotin, I. (11 de Septiembre de 2020). Determination of modeling conditions for the strip foundation reinforcement construction by the method of bringing the foundation plate with fixed formwork in the chute experimental studies. *IOP Conference Series: Materials Science and*

Engineering, Vol 913. Obtenido de
<https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85092038087&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Sukiman, M., Erchiqui, F., Kanit, T., & Imad, A. (Marzo de 2020). Design and numerical modeling of the thermoforming process of a WPC based formwork structure. *Materials Today Communications*, Vol 22. Obtenido de
<https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076093198&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Szabo, A., Reiter, L., Lloret-Fritsch, E., Gramazio, F., Kohler, M., & Flatt, R. (1 de Mayo de 2020). Mastering yield stress evolution and formwork friction for smart dynamic casting. *Materials*, Vol 13. Obtenido de
<https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085521346&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Tahmoorian, F., Nemati, S., & Soleimani, A. (2020). A state of the art on the structural performance of fabric formwork systems. *Engineering Solid Mechanics*, 49-62. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073479805&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

UNISPAN. (2020). UNISPAN SOLUCIONES DE ENCOFRADOS Y ANDAMIOS. Obtenido de ENCOFRADOS: <https://unispan.com.co/encofrados/>

Villalobos Romero, G. (21 de Septiembre de 2017). Proceso constructivo en Edificaciones. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/giancarlosvillalobosromero/proceso-constructivo-en-edificaciones>

Wu, L., Zheng, Y., Gao, X., & Wang, Z. (1 de Septiembre de 2020). Progressive collapse resistance of formwork support system with couplers. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 403-410. Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091886433&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=FORMWORK&nlo=&nlr=&nls=&sid=45847ad12da8e00bc3f28cf75c0b1d30&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscosubjabb r%2c%22ENGI%22%2ct%>

Xiao, G., Sheng-Shen, Q., Qiang, Q., & Jing-hai, G. (14 de Octubre de 2019). Reinforcement by polyurethane to stiffness of air-supported fabric formwork for concrete shell construction. *Journal of Central South University*, 2569-2577 (2019). Obtenido de <https://ezproxy.uan.edu.co:2077/article/10.1007/s11771-019-4195-3>

Yepes Piqueras, V. (2004). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. Obtenido de [¿Qué son y para qué sirven los encofrados?:
https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/03/01/que-son-y-para-que-sirven-los-encofrados/#:~:text=Los%20encofrados%20son%20elementos%20auxiliares,deformaciones%2C%20d%C3%A1ndole%20la%20forma%20deseada.](https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/03/01/que-son-y-para-que-sirven-los-encofrados/#:~:text=Los%20encofrados%20son%20elementos%20auxiliares,deformaciones%2C%20d%C3%A1ndole%20la%20forma%20deseada.)