

**INVENTARIO DE TECNOLOGIAS DE ENCOFRADOS PARA LAS  
DIFERENTES ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION EN  
BUCARAMANGA**

**AUTOR  
MIGUEL ANGEL REY BECERRA**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS  
CIVILES  
BUCARAMANGA  
2010**

**INVENTARIO DE TECNOLOGIAS DE ENCOFRADOS PARA LAS  
DIFERENTES ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION EN BUCARAMANGA**

**Monografía para optar al Título de Especialista en Gerencia e  
Interventoría de Obras Civiles**

**AUTOR  
MIGUEL ÁNGEL REY BECERRA**

**ASESOR  
ROBINSON MANTILLA GARCIA  
INGENIERO CIVIL – DOCENTE FACULTAD INGENERIA CIVIL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS  
CIVILES  
BUCARAMANGA  
2010.**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

---

**Bucaramanga, 31 de enero de 2014**

## DEDICATORIA

*“Dedico este trabajo a Dios mis Padres y familia”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Como autor de este proyecto agradezco por su colaboración a:

- Al ingeniero Robinson Mantilla García por su apoyo y por brindarme su conocimiento y guía para el desarrollo adecuado del proyecto
- A mis maestros de la especialización que influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como un profesional preparada para los retos que pone la vida y los constantes cambios en la arquitectura.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	10
<b>1. OBJETIVOS</b>	11
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
<b>2. MARCO DE REFERENCIA</b>	12
2.1. ANTECEDENTES	12
2.2. ALCANCE	13
2.3. MARCO CONCEPTUAL	13
2.3.1 Encofrado.	13
2.3.2 Sistemas de Encofrados	13
2.4 DESARROLLO METODOLÓGICO	15
2.4.1 Tipo De Investigación.	15
2.4.2 Fuentes De Obtención De Información.	15
<b>3. TECNOLOGIAS DE ENCOFRADOS</b>	16
3.1 SISTEMAS DE ENCOFRADOS EXISTENTES	16
3.2 FORMALETA METALICA	17
3.2.1 Descripcion tecnica.	17
3.2.2 Características Generales.	17

3.2.3	Componentes	19
3.2.4	ACCESORIOS PARA ENCOFRADOS	24
<b>4.</b>	<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE ENCOFRADOS</b>	<b>31</b>
4.1	VENTAJAS DEL ENCOFRADO METÁLICO	31
4.1.1	Ventajas Del Sistema De Encofrado Ligero Y Mesas De Encofrado	32
4.2	DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO METÁLICO	33
4.2.1	Riesgos en salud ocupacional por el uso de encofrados	34
<b>5</b>	<b>ASPECTOS A TENER EN CUENTA CON EL USO DE ENCOFRADOS</b>	<b>38</b>
5.1	CARGAS QUE DEBEN SOPORTAR EL ENCOFRADO	38
5.1.1	Características a tener en cuenta: Para	39
5.2	COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO	40
5.3	PROCESOS A DESARROLLAR EN LOS ENCOFRADOS.	41
5.3.1	Encofrados para cimientos:	41
5.3.2	Encofrados para muros.	41
5.3.3	Encofrados para columnas:	42
5.3.4.	Encofrados para vigas.	42
5.3.5	Encofrados para losas.	42
5.4	DESENCOFRADO	43
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>47</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>49</b>

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TÍTULO:** INVENTARIO DE TECNOLOGIAS DE ENCOFRADOS PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN BUCARAMANGA

**AUTOR:** MIGUEL ANGEL REY BECERRA

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Robinson Mantilla García

### **RESUMEN**

El presente documento expone, de manera sencilla y comprensible, los aspectos a tener en cuenta para la identificación de tecnologías de encofrados los cuales se conciben como un instrumento de gran ayuda a la hora de construir y diseñar estructuras para obtener aquello que deseamos y poder materializarlo. Es primordial tener en cuenta que lo principal en el tema de encofrados de acuerdo a los nuevos tipos de construcción e implementación de nuevas tecnologías es reconocer que estos son necesarios en las estructuras debido a sus aplicaciones en muros, columnas, placas, vigas, sardineles, pozos, cajas de inspección, escaleras y demás requerimientos estructurales y arquitectónicos ya que permiten construir monolíticamente, con ventajas estructurales y sismo resistentes. En general este trabajo de grado se refiere a todo lo concerniente con las tecnologías de encofrados que ofrecen actualmente en nuestro país y cuyo conocimiento permite tomar decisiones adecuadas a la hora de planear la construcción, lo anterior sustentado en que los costos de la construcción con encofrados son bajos debido a que se ve reflejado en tres factores que influyen la construcción como reducción de tiempo, mano de obra y materiales.

**PALABRAS CLAVES:** ENCOFRADOS, CONSTRUCCION, TECNOLOGIA, ESTRUCTURAS, FORMETAL, FORMADCOL.



## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** INVENTORY OF TECHNOLOGIES OF FORMWORK SYSTEMS FOR THE VARIOUS ACTIVITIES OF CONSTRUCTION IN BUCARAMANGA

**AUTHOR:** MIGUEL ANGEL REY BECERRA

**FACULTY:** INGENIERIA CIVIL

**DIRECTOR:** Robinson Mantilla García

### **SUMMARY**

This document sets, in a simple and understandable way, the aspects to consider for identifying formwork technologies which are conceived as an instrument of great help in the construction and design of structures to get what we want and to materialize. It is essential to note that the most important in the field of formwork according to new types of construction and implementation of new technologies is to recognize that these are necessary in the structures due to their applications in walls, columns, slabs, beams, curbs, manholes, ladders and other requirements that allow you to build monolithically architectural and structural and earthquake resistant advantages. Overall this paper grade refers to everything related to formwork technologies currently offered in our country and whose knowledge can take appropriate construction planning decisions, considering that construction costs are low for formwork since it is reflected in three factors that influence the construction as labor, material and time reduction.

**KEY WORDS:** FORMWORK, CONSTRUCTION, TECHNOLOGY, STRUCTURES, FORMETAL, FORMADCOL

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el país está desarrollando crecimiento notable en el sector de la construcción pasando por un momento en el que es vital aprovechar el uso de tecnologías existentes en la construcción puesto que el numero incontrolado de proyectos de construcción tienen un principal “defecto” que salta a la luz y son costoso, lo anterior se debe a los desperdicios o pérdidas que se generan en la etapa de construcción de estos proyectos, tendientes a garantizar la eficacia y eficiencia.

Con el fin de facilitar y ofrecer un sistema de construcción óptima y rentable han aparecido nuevas tecnologías en las cuales una de las más eficientes es la de implementar la formaleta metálica y diferentes tipos de encofrados los cuales, brinda una solución práctica a diferentes obras civiles, el presente documento expone, de manera sencilla y comprensible, los aspectos a tener en cuenta a la hora de escoger encofrados o formaletas para uso en la construcción, para los cuales se concibe como un instrumento de uso en la arquitectura que permite identificar los requerimientos, minimizar costos, para así, optimizar los recursos con el fin de contribuir al desarrollo de las actividades de la construcción teniendo en cuenta la serie de ventajas de los encofrados, las diferentes formas que se encuentran en el mercado y sus múltiples aplicaciones en muros, columnas, placas, vigas, sardineles, pozos, cajas de inspección, escaleras y demás.

Actualmente en Colombia el uso de las formaletas y sistemas de encofrado se ha posicionado como industria mejorando la calidad en la construcción y mejorando procesos constructivos, en general este proyecto se refiere a todo lo concerniente con las tecnologías de encofrados que se ofrecen actualmente y cuyo conocimiento permite tomar decisiones adecuadas a la hora de construir esto sustentado en que los costos de la construcción con encofrados son bajos, paralelo a esto el adecuado uso de encofrados se destaca porque todos los elementos componentes en la estructura, tales como muros, cimentaciones, columnas, vigas, escaleras, molduras de ventanas, balcones, y detalles decorativos son moldeados y construidos monolíticamente cumpliendo con exactitud con el diseño arquitectónico.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar y evaluar los tipos de tecnología de encofrados y aplicaciones para las diferentes actividades de construcción en concreto en Bucaramanga.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir y definir sistemas de encofrados disponibles en Bucaramanga Santander, Colombia, teniendo en cuenta sus características y formas.
- Enunciar formas de instalación de encofrados según sus componentes y características
- Agrupar las técnicas de encofrados y definir las ventajas y desventajas de los sistemas de encofrados en la construcción.
- Proponer recomendaciones respecto al uso de encofrados

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

A la hora de construir hay infinidad de posibilidades para darle forma a nuestros diseños, la formaleta es de gran ayuda para obtener aquello que deseamos y poder materializarlo. La formaleta o encofrado funciona en la construcción como un molde conformado por paneles que unidos forman una estructura temporal autoportante, capaz de soportar cargas sin deformarse, existen diferentes materiales y se utilizan en diferentes sistemas y tipos de construcción en nuestro país.

De acuerdo a los nuevos tipos de construcción e implementación de nuevas tecnologías la formaleta se hace necesaria en los diferentes tipos de estructura debido a sus aplicaciones en muros, columnas, placas, vigas, sardineles, pozos, cajas de inspección, escaleras y demás requerimientos estructurales y arquitectónicos ya que permiten construir monolíticamente, con ventajas estructurales y sismo resistentes.

### **2.1. ANTECEDENTES**

En la actualidad se ve una gran demanda y oferta en la construcción tanto en el sector privado como en el público, generando la necesidad constante de construir cada vez más rápido, teniendo en cuenta la importancia de la reducción de costos en mano de obra y materiales de construcción.

Ante estas prioridades se hizo necesario mejorar y optimizar los procesos de construcción con mayor eficiencia reduciendo costos en mano de obra, materiales y tiempos de ejecución, por estas razones se ha venido cambiado los sistemas constructivos, vaciando concreto en muros, columnas, placas utilizando elementos prefabricados, moldes, formaletas metálicas, aluminio, brindando a la estructura características de resistencia, rigidez, durabilidad y en cierta forma remplazando el sistema tradicional de construcción, con el fin de evitar desperdicios y pérdida de tiempo productivo.

Es importante reconocer que ante la demanda del mercado y la importancia de obtener un resultado óptimo para los constructores los costos de la construcción con encofrados resultan una buena alternativa competitiva, en algunos casos la única herramienta necesaria es el martillo debido a que los encofrados son armados y asegurados con pernos de acero, cuñas y separadores o corbatas.

## 2.2. ALCANCE

Realizar una descripción de las diferentes modalidades de encofrado, formaleas y aplicaciones de acuerdo a los diferentes tipos de construcción en nuestro país; ya que al iniciar el proceso de diseño y antes de iniciar la construcción del edificio, vamos imaginando cada uno de sus detalles y al mismo tiempo pensamos en las diferentes maneras de materializarlos

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**2.3.1 Encofrado.** Un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al hormigón u otros materiales similares como el tapial antes de fraguar<sup>1</sup>

### 2.3.2 Sistemas de Encofrados

- a) **Sistema tradicional.** Cuando 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.
- b) **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.
- c) **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.

---

<sup>1</sup> Recuperado el día 12 de enero de 2014 de la pagina web [http:// Wikipedia, la enciclopedia libre/encofrados.htm](http://Wikipedia,la enciclopedia libre/encofrados.htm)

- d) **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, generalmente de hormigón.
  
- e) **Encofrado de aluminio**, sistemas de moldes de aluminio de calidad para la construcción rápida de estructuras de concreto como muros, plataformas, vigas, columnas, etc.
  
- f) **Sistema prefabricado: Flying Form Systems**. Este sistema de encofrado está conformado por módulos, o cuadros, que pueden ser reutilizados en múltiples fases de un edificio. Las piezas se montan elevándolas mediante una grúa. Una vez en su posición los espacios entre los cuadros se rellenan. Varían en forma y tamaño, así como su material de construcción. El uso de estos sistemas pueden reducir considerablemente el tiempo y la mano de obra en la instalación de los trabajos de encofrado. Por sus ventajas son muy utilizados en grandes superficies y estructuras sencillas. Es común que arquitectos e ingenieros diseñen con uno de estos sistemas la construcción.
  
- g) **Losa de encofrado**. Cuando surgen las primeras estructuras de losas de hormigón, para la construcción de estructuras temporales se emplearon técnicas que provenían de la albañilería y la carpintería. La técnica de encofrado de una losa tradicional consta de soportes de madera (troncos de árboles jóvenes), dispuestos en filas, de uno a dos metros de distancia, dependiendo del espesor de losa, que soportan los elementos del encofrado. Entre estos elementos, las sopandas, a modo de vigas se colocan aproximadamente cada treinta cm, junto con madera contrachapada superpuesta. Estas vigas de madera (sopandas) son por lo general de cinco a diez cm de ancho y unos quince de alto.<sup>2</sup>

Habitualmente se han empleado encofrados de madera, que permiten una gran versatilidad en formas, pero actualmente se emplean con más frecuencia los metálicos, especialmente en piezas de formas geométricas sencillas, para encofrar pilares o muros completos. También se emplean encofrados de cartón, en pilares de planta circular, Una variedad importante son los llamados encofrados perdidos, en los que el material que sirve de molde queda formando parte de la obra.

---

<sup>2</sup> Recuperado el día 12 de enero de 2014 de la página web <http://Wikipedia,la enciclopedia libre/encofrados.htm>

## 2.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

**2.4.1 Tipo De Investigación.** Según el nivel de conocimiento, la investigación es de tipo descriptiva. Investigación que busca comprender, analizar e interpretar la situación actual, poniendo de manifiesto su estructura y funcionamiento; el desarrollo de la investigación planteada corresponde a este tipo, en vista de la naturaleza del análisis de los hechos actuales, que han de ser evaluados descriptivamente para establecer debilidades y sus respectivas mejoras y por describir procedimientos, acciones, estructura en general de forma independiente y detallada.

**2.4.2 Fuentes De Obtención De Información.** El diseño de una investigación depende de una recopilación de información y de la manera en que se busca. Es la estrategia que adopta el investigador para responder el problema planteado dependiendo del tipo de investigación. Este trabajo requiere de dos métodos de investigación: uno de observación y uno de análisis.

Además se recurre a otras fuentes de información secundaria, internet, los libros, los catálogos de las empresas, información de construcción entre otros

### 3. TECNOLOGIAS DE ENCOFRADOS

El encofrado como contención formal: posee como función primera dar al hormigón la forma proyectada, proveer su estabilidad como hormigón fresco, asegurar la protección y la correcta colocación de las armaduras, pero también proteger al hormigón de golpes, de la influencia de las temperaturas externas y de la pérdida de agua, el ingrediente más fluido de los tres elementos que lo componen –cemento, áridos y agua- en el momento de su creación.

Existen diferentes clasificaciones para agrupar los tipos de encofrado: según el número de usos que sea utilizado, por el método y tiempo necesario para conseguir la forma final del continente, según el tipo de hormigón que va a contener (visto o para recubrir) y por los materiales de construcción del encofrado, que difiere que un encofrado sea perdido o recuperable; si se quiere volver a utilizar hay que prever, además de la técnica a emplear para desencofrarlo, los trabajos de limpieza, almacenaje y mantenimiento posteriores, mientras que si el encofrado no lo recuperamos lo perderemos embebido en el hormigón fraguado; en un caso aumentamos la mano de obra y en el otro crece el coste de reposición.<sup>3</sup>

#### 3.1 SISTEMAS DE ENCOFRADOS EXISTENTES

Existe gran cantidad de sistemas de encofrados y día a día han ido evolucionando según las necesidades en la construcción,

- Sistemas de encofrados horizontales
- Sistemas de encofrados de pilares
- Sistemas de encofrado de muros
- Sistemas de apuntalamiento
- Sistemas de encofrados trepantes
- Sistemas de seguridad y accesorios
- Superficies encofrantes
- Sistemas de cimbras
- Sistemas de encofrado de losas

---

<sup>3</sup> Recuperado el día 19 de diciembre 2013 de la página web <http://www.monografias.com/trabajos16/encofrados/encofrados.shtml>



## 3.2 FORMALETA METALICA

Se conoce como formaleta al elemento Horizontal o vertical que nos dará forma a un elemento que se diseña y sobre el cual se vacía concreto y estará estructurado con estructura de Hierro, estos elementos son parte de un todo pues deben estar estructurados con parales, andamios, puntales o estructuras que permitan que al unir la estructura de hierro, con concreto formen un todo, sin perder su forma, por lo que debemos calcular muy bien cada uno de los elementos a colocar, desde el clavo, tornillos, alambre de amarre elemento de gran importancia <sup>4</sup>

La formaleta consiste en elementos metálicos multifuncionales, de fácil armado, el cual pueden ser utilizados en cualquier tipo de obra civil que demande el vaciado de concreto. Este sistema consta de paneles adaptables que permiten ser ajustarse a cualquier tipo de requerimientos de cada obra. Pueden ser utilizadas en la construcción de muros, columnas, vigas, losa, borde de losa y sardinell entre otros. <sup>5</sup>

Con este sistema se logran realizar estructuras monolíticas completas en una sola operación de muros y placas, controlando la producción en tiempo – calidad – costo, reflejándose en ahorro considerable de gastos de producción, supervisión, administrativos y financieros; además tener la posibilidad de obtener un acabado de concreto a la vista con diferentes diseños.

**3.2.1 DESCRIPCION TECNICA.** La Formaleta Metálica: es un sistema industrializado modular manual especial para moldeado de concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas, que proporcionan uniformidad en superficies a la vista y seguridad en concretos estructurales, las conexiones entre módulos se realizan rápidamente con accesorios complementarios. Por su versatilidad puede ser usado en todo tipo de proyectos de hormigón o concreto y está especialmente diseñada para las necesidades de la construcción moderna.

### 3.2.2 Características Generales.

Los elementos que componen la formaleta metálica deben ser diseñados y elaborados conservando las características y resistencias necesarias para

---

<sup>4</sup> Recuperado el día 22 de diciembre 2013 de la página web <http://arquingdeco.blogspot.com/2008/11/formaleta.html>

<sup>5</sup> Catálogo de productos ADECOS [www.adecosdecolombia.com](http://www.adecosdecolombia.com)

soportar los esfuerzos a los cuales serán sometidos para facilitar su instalación, realizando un proceso de calidad, cumpliendo las etapas de inspección, verificación, validación y ensayo/prueba.

Elementos que permiten el armado.

- a) **Módulos.** Son módulos en lámina de acero especial, que constituyen o una cara principal, con las dimensiones que sean necesarias para cada caso, reforzados con elementos en "U", bandas laterales y varillas que se usan para arriostre y manipulación en la obra.
  
- b) **Encofrado.** Es un conjunto de módulos y accesorios que unidos entre sí dan la forma al concreto en las obras, de acuerdo con los planos constructivos.

#### 3.2.2.1 Características Físicas

- a) **Resistencia.** Todas las partes del encofrado son resistentes a la corrosión y a esfuerzos de tensión y compresión, sin deformarse.
  
- b) **Tamaño y Peso.** El peso del módulo tipo, en un sistema mano portable, permite que un solo operario pueda maniobrar los paneles.

#### 3.2.2.2 Características Funcionales

- a) **Acabados.** Se pueden producir un acabado liso o texturizado tipo ladrillo o cualquier otra textura.
  
- b) **Modular y Versátil.** Esta característica la ofrece la formaleta metálica tipo panel, con diferentes medidas y especificaciones. En casos especiales y de acuerdo con los requerimientos de la obra, se construirán formaletas de diferentes medidas o módulos irregulares.
  
- c) **Manoportable.** Los encofrados son instalados manualmente por un bajo número de operarios y no requiere la utilización de torre grúa. Para ello disponen de manijas y herramientas que facilitan su manipulación.

- d) **Diversidad de Forma.** Se adapta a las necesidades de la obra y a los requerimientos del proyecto.
- e) **Fácil de Transportar.** Cuenta con sistemas que facilitan la sujeción, cuando se transportan en forma manual o mecanizada.

### 3.2.3 COMPONENTES

**3.2.3.1 Módulo Básico.** La cara principal o fondo tiene la función de dar el acabado al concreto sea liso o texturizado, según la necesidad de la obra. En sus extremos, tiene ranuras para facilitar la colocación de las corbatas que garantizan el espesor de los muros.

**Figura 1. Módulos base y modulo texturizado**



Fuente: Cartilla INSERHA

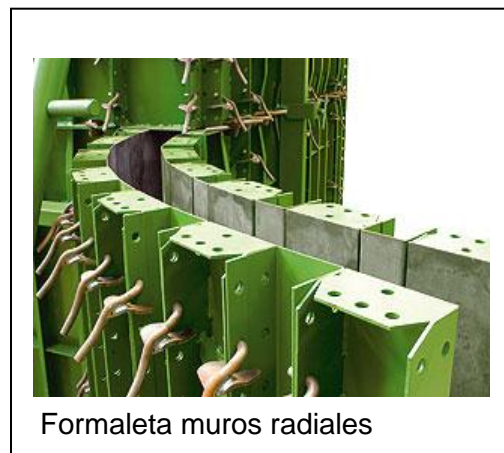
**Figura 2. Modulo base**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.3.2 Módulos para estructuras radiales.** Estos módulos permiten cambiar el radio del encofrado sin desarmar todo el ensamble. Está diseñado para encofrar muros de radios variables o fijos. Este sistema radial se ajusta a cualquier radio, proporcionando un acabado de concreto liso, con una curvatura continua.

**Figura 3. Módulos estructuras radiales**

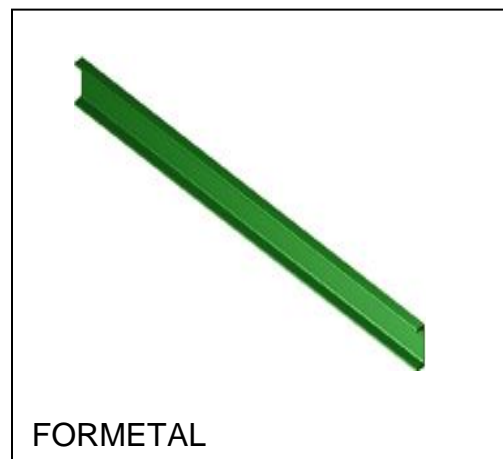




Fuente: Cartilla ENCOCOL

**3.2.3.3 Bandas Laterales (alineadores).** Todas las formaletas o paneles tienen bandas laterales que dan seguridad al módulo para su armado y garantizan el alineamiento de los tableros ensamblados dependiendo de su uso vertical o horizontalmente. Estas bandas tienen perforaciones ubicadas a una distancia de 0.05 mts. entre sí alrededor de un perímetro para facilitar la instalación de la chapeta.

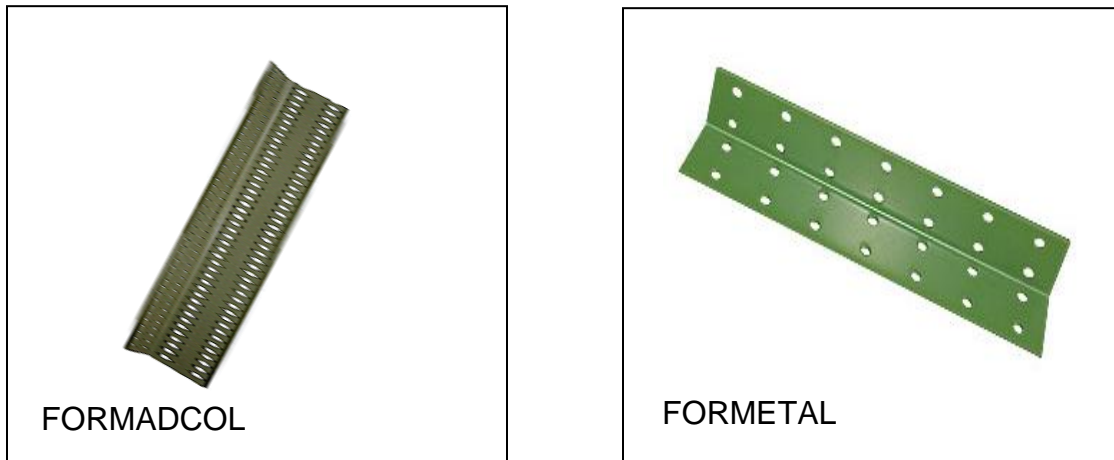
**Figura 4. Bandas laterales (Alineadores)**



Fuente: Cartilla FORMETAL, FORMADCOL

**3.2.3.4 Ángulos.** Son elementos que tienen como función la unión de paneles o formaletas para muros adyacentes, se usa también para unir los paneles de muros y placa o losa en diferentes ángulos.

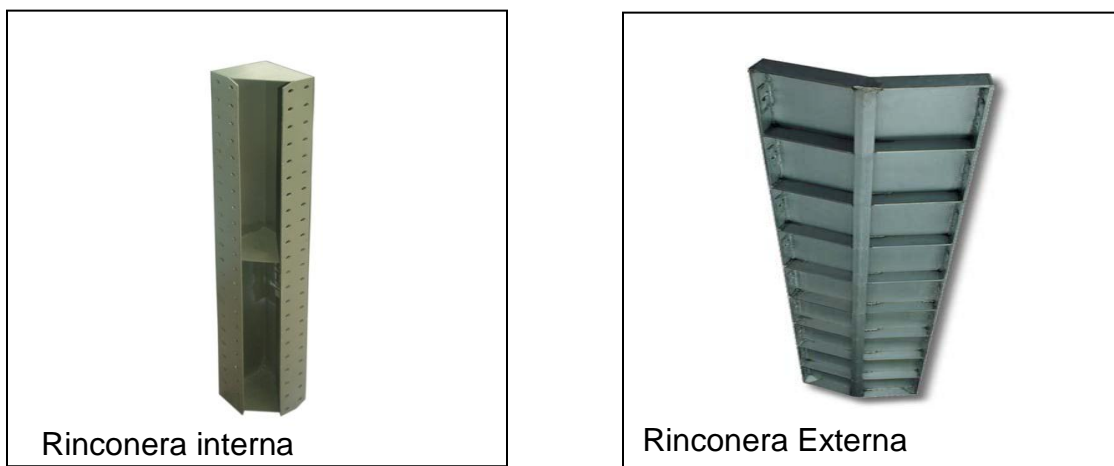
**Figura 5. Ángulos**



Fuente: Cartilla FORMETAL, FORMADCOL

**3.2.3.5 Rinconeras.** Llamados también esquineros, estos elementos tienen como función la unión de paneles o formaletas de muros con giros internos de la estructura, ya sea entre dos muros o muro y placa y cuando el armado es monolítico. Existen diferentes clases de ángulos para todo tipo de requerimientos, 30°, 45°, 90°, y radiales para fines arquitectónicos. Todas las presentaciones aplican para ángulos exteriores e interiores.

**Figura 6. Rinconeras (Esquineros)**

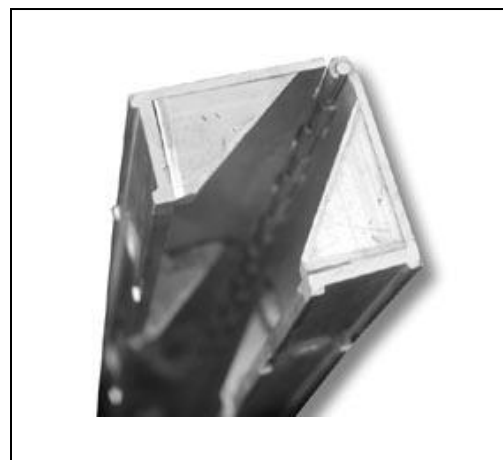




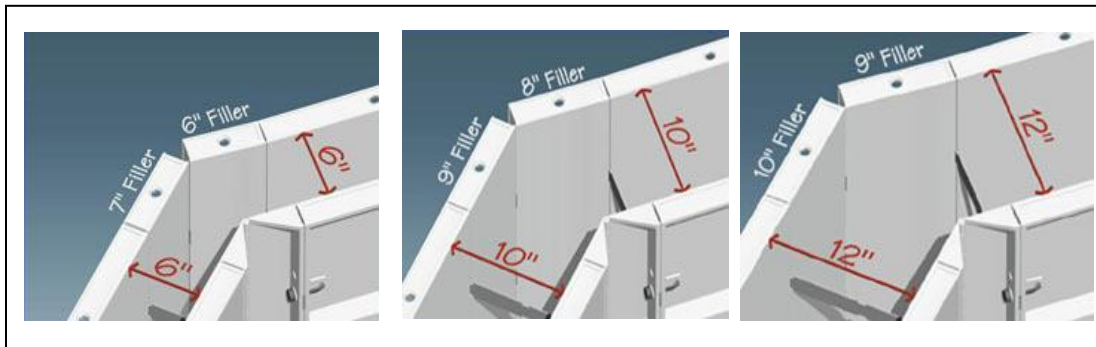
Fuente: Cartilla FORMETAL, FORMADCOL

**3.2.3.6 Ángulo Bisagra.** El ángulo bisagra clip de 45 grados con pasador rotativo permite cimbrar la esquina exterior opuesta a la esquina interior de bisagra. Se pueden cimbrar ángulos de 35 a 55 grados dependiendo del ajuste en las cuñas.<sup>6</sup>

**Figura 7 Ángulos tipo bisagra**



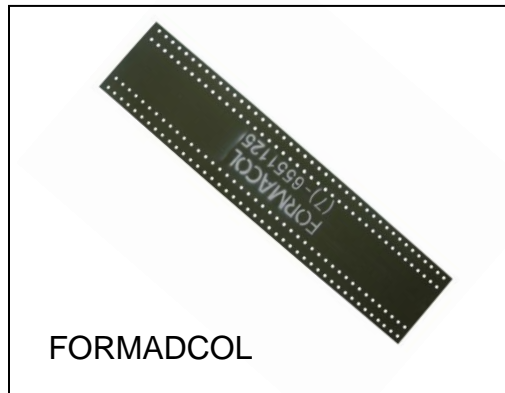
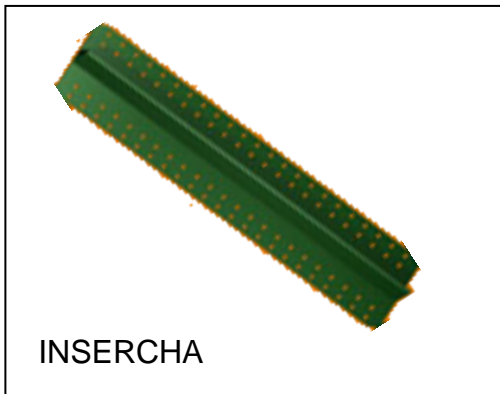
<sup>6</sup> c.f.: Recuperado el día 19 de diciembre 2013 de la página web <http://www.formaletas.com/esquinas6.htm>



Fuente. Cartilla Cimbras Colombia

**3.2.3.7 Tapa Muro.** Son paneles o formaletas que se colocan como remates de muros, vanos de puertas y ventanas garantizan la medida requerida y se unen al panel o formaletas con las chapetas

### 3.2.4 ACCESORIOS PARA ENCOFRADOS

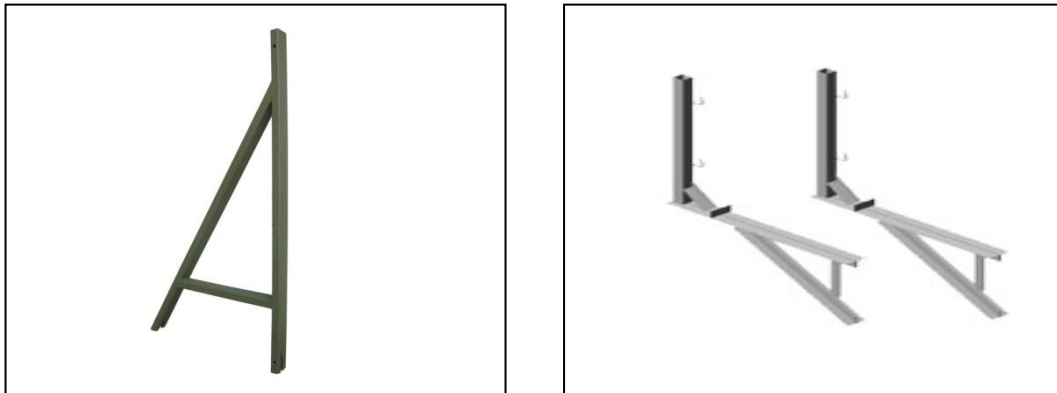




El sistema de conexión de los tableros permite lograr un encofrado de gran rigidez y ágil manejo. Los oficiales y obreros de construcción no requieren una previa especialización asimilando fácilmente el manejo y el procedimiento de armado del equipo para la obtención de un excelente encofrado.<sup>7</sup>

**3.2.4.1 Andamio Triangular (fachada).** Es un elemento triangular, que sirve como soporte de la plataforma de trabajo, se deben dejar sin extraer algunas corbatas para fijar de ellas el andamio, también se puede fijar el andamio a la formaleta. Es utilizado como plataforma de armadura, asegurándose a los módulos o a las corbatas incrustadas en el muro, agilizando el proceso de armado del encofrado en altura; trabaja en conjunto con el soporte de andamio y línea de vida.

**Figura 9 andamio triangular (fachada)**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

#### **3.2.4.2 Martillo Extractor**

Se utiliza para remover las corbatas o distanciadoras; esta herramienta se utiliza para extraer, después del ciclo de fraguado del concreto.

---

<sup>7</sup> c.f.: Recuperado el día 19 de diciembre 2013 de la página web [http://metalex.com.co/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=24](http://metalex.com.co/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=24)

**Figura 10. Martillo Extractor**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.3 Pico Manual.** Se utiliza para alinear las perforaciones en las bandas laterales y facilita la colocación de las grapas.

**Figura 11 pico manual**

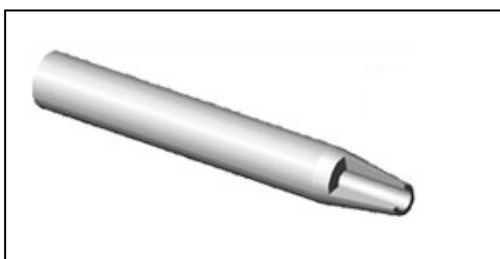


Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.4 Templete de Fachada.** Se utiliza para mantener el plomo correcto de los muros, se ancla a la placa o la losa para verticalizar y tensionar los muros de la fachada.

**3.2.4.5 Tubo Manual.** Se utiliza en la instalación de las chapetas, pines y mordazas.

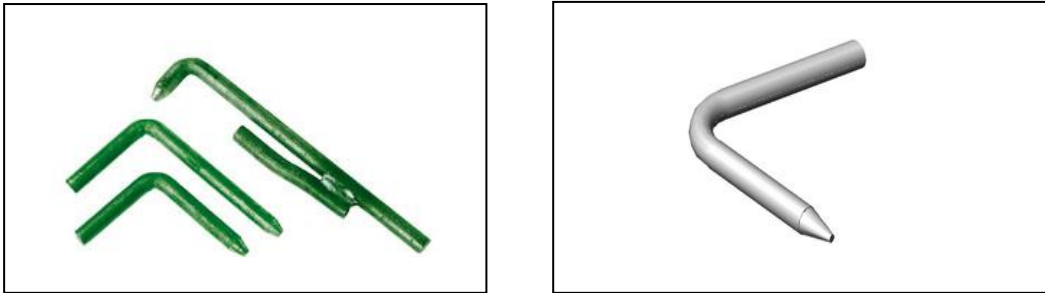
**Figura 12 Tubo manual**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.6 Pin o Uña.** Elemento de fijación entre panel o formaleta y la corbata cuando está pasa a través del concreto, también ayuda a la alineación de las caras de los paneles o formaletas y a transferir carga entre ellos.

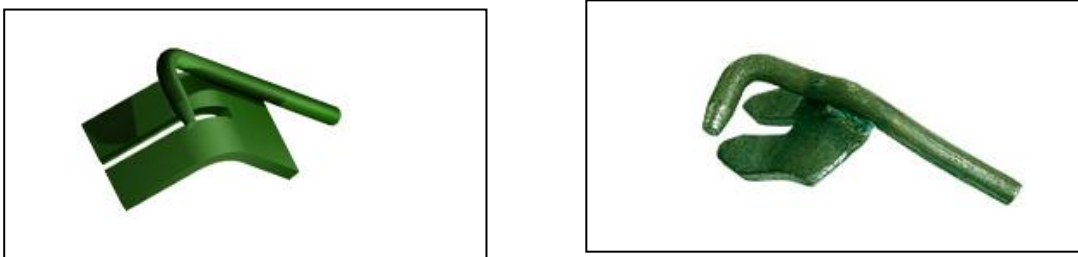
**Figura 13. Pin**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.7 Grapa.** También llamado Chapeta. Accesorio utilizado para alinear y unir los paneles o formaletas entre sí transmite carga entre ellos y deben colocarse siempre en la perforación interna de la banda lateral para mejorar el cierre entre paneles.<sup>8</sup>

**Figura 14. Grapa**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.8 Tensores.** Accesorio de conexión utilizado para fijar rápidamente el alineador al panel o formaleta y es el que le da a este la alineación requerida.

<sup>8</sup> c.f.: Recuperado el día 19 de enero 2013 de la página web <http://biblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/6935G216dp.pdf>

**Figura 15. Tensor**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.9 Corbatas (Distanciadores).** Hace referencia a los elementos que actúan como separadores de las formaletas, garantizan el espesor de los muros, se colocan después de fijar los paneles con las chapetas y son extraídos después de cada vaciado antes o después de desencofrar, están diseñados para mantener la dimensión exacta de los muros.

**Figura 16 Corbatas o Distanciadores**

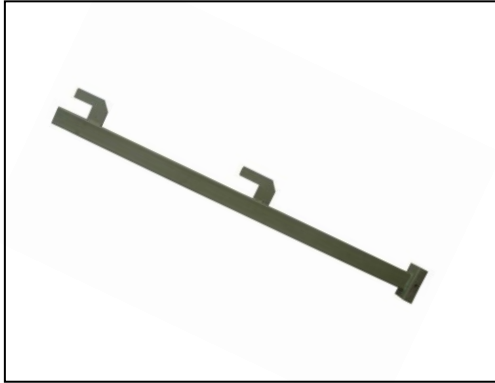


Fuente: Cartilla FORMADCOL

Deben recubrirse con abundante grasa o cualquier material viscoso, posteriormente recubiertos con una funda plástica, para facilitar su posterior extracción. En casos especiales como tanques de agua o piscinas se emplean Distanciadores Destijerados, con Sello Antigoteo, estos no requieren engrasado ni recubrimiento de funda plástica pues el extremo que sobresale del muro se quiebra fácilmente para evitar retirarlas del muro y ocasionar filtraciones.

**3.2.4.10 Línea de vida.** Se ancla al andamio de fachada y proporciona seguridad al armador del encofrado para evitar riesgo de accidente.

**Figura 17. Línea de Vida**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.11 Soporte De Distanciador.** Este accesorio se asegura a la corbata o distanciador por la parte interna del muro para evitar el deslizamiento del tablero de fachada o el soporte del andamio.<sup>9</sup>

**Figura 18 Soporte Distanciador**

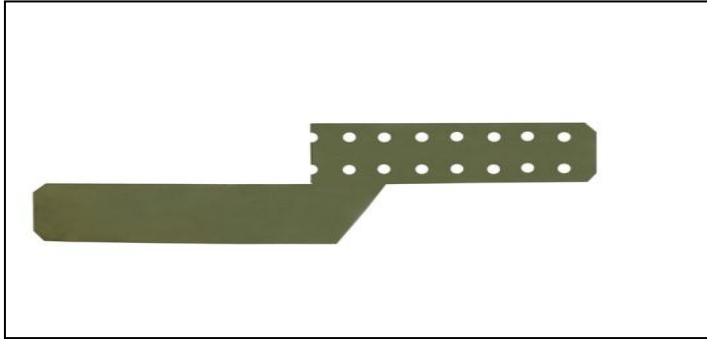


Fuente: Cartilla FORMADCOL

<sup>9</sup> c.f.: Recuperado el día 22 de diciembre 2013 de la página web <http://www.formadcol.com/index.php>

**3.2.4.12 Soporte De Borde De Losa.** Este elemento se ancla al soporte del andamio y sostiene los módulos que sirven como testeros o bordes de la placa o losa.

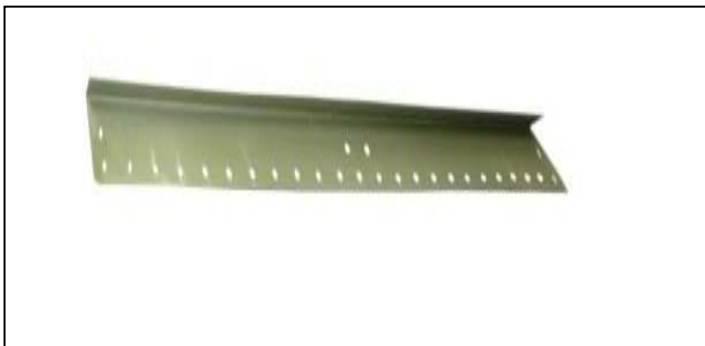
**Figura 19. Soporte de Borde de Losa**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

**3.2.4.13 Bisel Para Columna.** Accesorio utilizado para rematar los bordes de columnas y vigas, dejando una arista de 3 cm a 45°, ofreciendo un acabado estético e impecable en el vaciado del concreto. Elaborado en lámina C.R. Calibre 18.

**Figura 20. Bisel Para Columna**



Fuente: Cartilla FORMADCOL

## 4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE ENCOFRADOS

El encofrado metálico, como su nombre indica, está compuesto por cierto número de piezas rígidas, que sólo pueden adaptarse a una forma exclusiva. De ahí su «limitación» en cuanto a la multiplicidad de formas a dar con un solo elemento o tablero, en el encofrado metálico, por su naturaleza, cada pieza sólo sirve para la clase de molde para la cual ha sido proyectada, no pudiendo aprovecharla, salvo algún caso excepcional, en otro elemento distinto.

### 4.1 VENTAJAS DEL ENCOFRADO METÁLICO <sup>10</sup>

- En aquellas obras en donde la proliferación de un mismo tipo de piezas alcanza un número considerable, tal como en una construcción donde existan pilares de idénticas dimensiones y en gran número, los tableros metálicos ya preparados son insustituibles para la formación de los encofrados correspondientes.
- Su gran ventaja radica en la facilidad y rapidez tanto en el encofrado como en el desencofrado, así como en que las piezas moldeadas alcanzan unos paramentos lisos, bien cuidados,
- La duración del encofrado es prácticamente ilimitada, ya que no se deforman ni deterioran por el uso.
- Es sencillo de manejar y de realizar su montaje, también permite que con un mismo tablero se pueden obtener pilares de varias secciones.
- Las operaciones de encofrado y desencofrado como las de aplomado son rápidas y sencillas.
- Economía: el uso de encofrados en las construcciones permiten mejorar los tiempos de obra con una reducción de gastos fijos; control eficiente de relación horas/hombre.
- Otra ventaja es la bondad de los paramentos. Salen pilares de caras limpias.

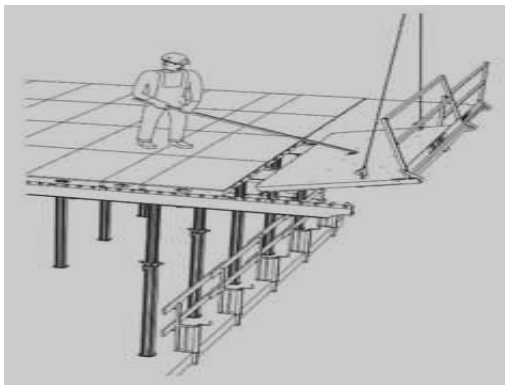
---

<sup>10</sup> catálogo FORMACOL [www.formacol.com](http://www.formacol.com)

#### 4.1.1 Ventajas Del Sistema De Encofrado Ligero Y Mesas De Encofrado

- Sirven para todo tipo de forjados semi-prefabricados o in situ.
- Evitan de forma efectiva la exposición al riesgo de trabajo en altura.
- Llegan a obra paletizados y reducen el corte de madera para remate favoreciendo el orden y la limpieza.
- Requieren un montaje y desmontaje sistemático, que obliga y permite establecer una planificación.
- Pueden no requerir puntales inclinados en el borde de forjado, o permiten fijar dichos puntales de forma segura, reduciendo el riesgo de caída de material a la vía pública.
- Permiten la colocación de las barandillas de borde de encofrado de manera segura. Ver figura 21
- Permiten un desencofrado seguro eliminando, en este punto, el riesgo de golpes por objetos desprendidos que se producía en el tradicional desencofrado por caída libre.
- La mesa sube a su posición con las barandillas ya instaladas. El tablero de las mesas de borde se monta con sus barandillas de protección lo que evita tener que instalarlas luego.

**Figura 21. Instalación de barandillas**





## 4.2 DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO METÁLICO

Entre las desventajas, podemos citar:

- Se requiere Mano de obra especializada, tanto el moldeo como el montaje son trabajos específicos que exigen de personal previamente capacitado.
- Inadaptabilidad a todo tipo de pilares, como sucede con la madera.
- Aspecto estructural: Inconvenientes que derivan de la escasa o nula rigidez frente a los esfuerzos horizontales (p. ej. presión del viento) por los problemas en la resolución de las uniones, punto débil de estas estructuras.
- Manipulación y transporte: Los elementos sufren estados de carga transitorios en su transporte y colocación, izado y ajustes, que pueden afectar la resistencia estructural de la pieza. El acopio, manipulación y forma de transporte puede afectar a las piezas si estas operaciones no son efectuadas por personal capacitado.
- Aspecto económico-financiero: Estas requieren de una inversión inicial muy importante para poner en marcha el sistema de producción, pero es justificada en obras grandes con plazos de ejecución reducidos.
- Sobre el montaje: Debe disponerse de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria.
- Sobre la fabricación: Debido a que este sistema debe enfrentarse a problemas a resolver durante los tiempos de fabricación y montaje, éstos requiere de la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de obra.
- Es fundamental la coordinación de tareas para las instalaciones a fin de evitar trabajos posteriores. Un error en la resolución de estos conflictos puede llevar al fracaso de la obra (uniones, tiempos, costes, resistencia estructural, etc.)
- Mayor peso para el traslado y manejo y riesgos en seguridad y salud ocupacional

#### 4.2.1 Riesgos en salud ocupacional por el uso de encofrados

Todas las obras civiles presentan alto riesgo de seguridad industrial si no se realiza un adecuado análisis, para el uso de encofrados es importante conocer los riesgos a los que se está expuesto para así poder controlarlos y evitar posibles accidentes de trabajo, al realizar la actividad de encofrado se pueden presentar riesgos tales como:

- **Caídas de personas a distinto nivel:** Incluye, tanto caídas de alturas (edificios, máquinas, vehículos, etc...), como en profundidades (puentes, excavaciones, etc.)..
- **Caídas de personas en el mismo nivel:** Incluye caídas en lugares de paso o superficies de trabajo y caídas sobre o contra objetos.
- **Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento:** El riesgo existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de: estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, tabiques, hundimiento de pisos por sobrecarga, y los hundimientos de masas de tierra, rocas en cortes o taludes, zanjas, etc.
- **Caída de objetos en manipulación:** Posibilidad de caída de objetos o materiales sobre un trabajador durante la ejecución de trabajos o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos, siempre que el accidentado sea la misma persona o a la cual le caiga el objeto que estaba manipulando.
- **Caída de objetos desprendidos:** Posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su situación. Ejemplos: materiales en estanterías, piezas cerámicas en fachadas, lámparas y aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, barandillas sin rodapié sobre zonas de trabajo o de paso, etc.
- **Pisadas sobre objetos:** Riesgo de lesiones (torceduras, esguinces, pinchazos, etc.) por pisar o tropezar con objetos abandonados o irregularidades del suelo, sin producir caída. Ejemplos: herramientas, escombros, recortes, virutas metálicas, residuos, clavos, bordillos, desniveles, tubos, cables, etc.
- **Choques contra objetos inmóviles:** Considera al trabajador como parte dinámica, es decir, que interviene de forma directa y activa, golpeándose contra un objeto que no estaba en movimiento. Ejemplos: partes salientes de máquinas o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc.

- **Choques y contactos contra objetos móviles:** Posibilidad de recibir un golpe por partes móviles de maquinaria fija y objetos o materiales en manipulación o transporte. Ejemplos: órganos móviles de aparatos, brazos articulados, carros deslizantes, mecanismos de pistón, grúas, transporte de tablones, tubos, palets, etc.
- **Golpes y cortes por objetos o herramientas:** Posibilidad de lesión producida por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas y útiles manuales, máquina herramienta, etc. Ejemplos: herramientas manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelas, aristas vivas, cristales, herramientas accionadas, ventiladores, taladros, tornos, sierras, cizallas, fresas, etc.
- **Proyección de fragmentos o partículas:** Riesgo de lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas. Comprende los accidentes debidos a la proyección sobre el trabajador de partículas o fragmentos procedentes de una máquina o herramienta.
- **Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos:** Posibilidad de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales. Ejemplos: Engranajes, rodillos, correas de transmisión, árboles de transmisión, ruedas y turbinas, transportadores, mecanismos en movimiento, cadenas de arrastre, prensas, piezas pesadas, etc.

### 4.3 PARÁMETROS TÉCNICOS A TENER EN CUENTA.

**Cuadro 1.** Análisis Comparativo entre formaleas y su tipología

CARACTERÍSTICA	MANOPORTABLE		
	ACERO	ALUMINIO	MADERA
<i>Rendimiento</i>	Excelente	Excelente	Bajo
<i>Sistema de Fundido</i>	columnas, muros, placa, monolítico	columnas, muros, placa, monolítico	Columnas, muros, placa.
<i>Acabado</i>	Liso o texturizado de acuerdo al diseño arquitectónico.	Liso o texturizado de acuerdo al diseño arquitectónico	Rústico, necesita arreglo de superficie
<i>Tiempo Desencofrado</i> de	Al día siguiente	Al día siguiente	Cuando el concreto haya adquirido suficiente resistencia
<i>Reutilización</i>	1500 usos Aprox.	700 usos Aprox.	20 usos Aprox.
<i>disponibilidad</i>	buena	baja	buena
<i>Variabilidad de medidas</i> de	buena	buena	mala
<i>Mano de Obra</i>	calificada	calificada	calificada
<i>Mantenimiento</i>	Sencillo	Exigente	Excesivo
<i>Usos</i>	Viviendas, edificios, puentes, muros de contención, etc.	Viviendas y edificios	Estructuras tradicionales
<i>Desventajas</i>	ninguna	Su fragilidad y fácil deterioro	- los cambios climáticos alteran la madera. - fragilidad de la madera.

Fuente. Varios autores, trabajo de investigación fuentes secundarias

Cuadro 2. Tipos de forjado con formaleta

Tipo de forjado según su sistema de ejecución	Tipo de forjado por su sistema de transmisión de cargas	Requerimientos del encofrado	Imagen
Forjados in situ	Losa armada maciza (bidireccional)	Requiere encofrado de planchada completa y cimbrado completo	
	Losa armada aligerada (bidireccional)	Requiere encofrado y cimbrado completo, el aligeramiento puede ser recuperable o no	
Forjados parcialmente prefabricados	Forjados de viga plana o de cuelgue con viguetas. (unidireccional)	Requiere encofrado de planchada completa en vigas cimbrado de vigas y a media vigueta (según indicaciones del fabricante)	
	Forjados de viga plana o de cuelgue con semiviguetas. (unidireccional)	Requiere encofrado de planchada completa en vigas cimbrado de vigas y a media vigueta (según indicaciones del fabricante)	
	Forjado con chapa colaborante (chapa grecada)	Solo requiere el apuntalado o cimbrado, ya que la misma chapa hace de encofrado perdido	
Forjados totalmente prefabricados	Prelosas nervadas o aligeradas. (habitualmente unidireccional)	Solo requieren encofrado y cimbrado de algunas zonas singulares	

Fuente. Varios autores, trabajo de investigación fuentes secundarias

## 5 ASPECTOS A TENER EN CUENTA CON EL USO DE ENCOFRADOS

Los encofrados se componen de dos elementos diferentes: molde y elementos de refuerzo; los cuales deben estar en condiciones de soportar, sin deformación perjudicial, las cargas a que se les somete. Son estructuras provisionales destinadas a dar forma, dimensiones y soporte al hormigón hasta que este adquiera entre el 70% y el 80% de su resistencia.

Se compone de dos elementos diferentes: molde y elementos de refuerzo; los cuales deben estar en condiciones de soportar, sin deformación perjudicial, las cargas a que se les somete durante la ejecución. Los encofrados se componen de:

- **Tableros o testers:** Los elementos de molde determinan la forma y se elaboran generalmente con tablas de madera común o triplex u otros materiales, teniendo en cuenta la necesidad.
- **Elementos de apoyo y refuerzos:** Son utilizados para garantizar la resistencia y permanencia de la forma del encofrado. Son construidos en madera o metálicos según el caso, sirven como puntales, riostras, chapetas, acoplamientos, diagonales, etc.<sup>11</sup>

El uso de encofrados sugiere entre otros ventaja como: versatilidad puesto que pueden tomar cualquier forma de acuerdo con el diseño, material de fácil consecución, diferentes tipos de acabados: De acuerdo con el material empleado.

### 5.1 CARGAS QUE DEBEN SOPORTAR EL ENCOFRADO

El encofrado debe estar armado y asegurado de tal forma que debe resistir:

- El propio peso del concreto.
- El empuje que se ejerce sobre el encofrado cuando se vierte el concreto, el espesor, o medidas del elemento a fundir y la plasticidad de la mezcla.
- Golpes y vibraciones que se producen al transportar y fundir el concreto.

---

<sup>11</sup> SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje, CONSTRUCCIÓN, Construcción de Estructuras en Hierro para Elementos en Hormigón. Fondo de Formación Profesional para la Industria de la Construcción-FIC, Editorial Entorno Ltda. Marzo 1986.

**5.1.1 Características a tener en cuenta:** Para el uso adecuado del encofrado, su concepción debe ser realizada teniendo en cuenta hasta los menores detalles. Debe contar con las siguientes características:

- a. **Solidez:** Una formaleta debe ser sólida puesto que debe absorber esfuerzos superiores a una formaleta para hormigón. Se pueden considerar dos soluciones:
  - Emplear paneles gruesos.
  - Volver rígidos paneles más ligeros incrementando los parales, travesaños y demás elementos de la estructura.
- b. **Estabilidad:** Se deben tener en cuenta las vibraciones ocasionadas por compactación mecánica. Ellas pueden en efecto desplazar la formaleta. Un apisonamiento más fuerte en un lado que sobre el otro puede producir diferentes efectos.
- c. **Maniobrabilidad:** Para mantener la solidez y rigidez de la formaleta es necesario utilizar elementos que la vuelvan más pesada.
- d. **Aplomado:** Operación delicada que puede tomar demasiado tiempo si la formaleta está mal realizada.
- e. **Riostras:** Las riostras, ocasionalmente dejan huecos en los muros, se pueden mantener para facilitar la operación del aplome, retirándolas antes de hacer el relleno. La extracción de las riostras no es difícil durante el desmonte de la formaleta si se toma la precaución de colocarlas sobre arena o cubrirlas con papel, una solución es colocar platinas metálicas.
- f. **Andamio:** Las riostras pueden servir también como elementos de andamio haciendo el papel de rigidizante por triangulación exterior. Igualmente los huecos de los muros pueden ser utilizados provisionalmente para apoyar los travesaños del mismo.
- g. **Los travesaños superiores:** Dificultan la tarea del apisonador, para circular dentro del encofrado, pero son fundamentales para lograr estabilidad superior; se recomienda colocar al interior del ángulo una pieza de madera triangular en ángulo de 90°, la hipotenusa debe ser reemplazada por una curva de 5 cm. de radio, la cual forma un ángulo exacto y resistente a la deformación.
- h. **Modulación:** Se recomienda colocar al interior del ángulo una pieza de madera triangular en ángulo de 90°, la hipotenusa debe ser reemplazada

por una curva de 5 cm. de radio, la cual forma un ángulo exacto y resistente a la deformación.

- i. **Inclusión de elementos prefabricados:** Las riostras y los travesaños superiores, obstaculizan la inclusión de marcos de vanos, nichos, alacenas, etc. Se pueden hacer travesaños móviles, que deberán ser sólidos y bien apuntalados en el interior.
- j. **Separación de las formaletas:** Deben permitir la circulación en su interior, la separación mínima debe ser entre 35 y 40 cm. Aunque el espesor de muros puede variar, la utilización de varillas roscadas es un medio cómodo para graduar el espesor.
- k. **Paramento:** Se pueden realizar muros lisos o rugosos, dependiendo de los paneles más o menos pulidos.
- l. **Mantenimiento:** Para proteger la formaleta del enmohecimiento y facilitar el desencofrado, se debe engrasar el interior, se recomienda aceite quemado; las formaletas se guardan en posición horizontal al abrigo de la lluvia.

## 5.2 COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO

La colocación del encofrado consiste en trasladar al sitio exacto el encofrado e parte de este para su formación. Se hace teniendo en cuenta los trazos y niveles, de tal manera que queden listos para asegurar. Los encofrados se aseguran teniendo en cuenta los elementos de refuerzo necesarios para evitar deformaciones o daños producidos por el empuje de la fundición y fraguado del concreto, para un adecuado trabajo con formaletas se recomienda tener en cuenta:

- **Resistencia:** Para soportar con seguridad el peso, la presión lateral del concreto y las cargas.
- **Rigidez:** Para el alineamiento del concreto con la estructura metálica.
- **Estabilidad:** Debe verificarse que el encofrado este arriostrado y Asegurado.
- **Apoyo de pies derechos:** cuando esta sostenido por puntales o pies derechos, es necesario verificar que los apoyos o bases queden finos o estables.



- **Economía:** Para permitir el uso referido de las formaletas, se requiere cuidado en el corte y mantenimiento.
- **Facilidad de desencofrado:** Se debe tener en cuenta el orden de desarmado, de forma que las partes se liberen de manera correcta.
- **Pasos de tuberías:** Que sean las necesarias, cumpliendo con la Normatividad.

### **5.3 PROCESOS A DESARROLLAR EN LOS ENCOFRADOS.**

#### **5.3.1 Encofrados para cimientos:**

Utilizando un hilo que indica el eje del cimiento, se colocan las estacas por parejas en el suelo, hincándolas 35 cm. Aproximadamente. Las distancias deben corresponder con los de las chapetas de los laterales de la viga.

- Se introducen los tableros exteriores
- Se funde el fondo preparatorio.
- Se acoplan las estacas con las tablas el lado inferior de las cuales debe corresponder con el superior de la viga a fundir, indicando el eje del cimiento sobre esta tabla.
- Midiendo del eje se colocan los tableros que serán apoyados por los refuerzos

#### **5.3.2 Encofrados para muros.**

- Primero se coloca el tablero interior del encofrado.
- Se colocan las formaletas del molde horizontalmente para evitar pérdidas de la lechada.
- Se colocan los elementos verticales sobre la base del tablero uniéndolos temporalmente.
- Se fijan las formaletas horizontales del molde utilizando un clavo por cada enlace, verificando la verticalidad y arriostrando con las diagonales.
- Se introduce la armadura metálica.

- Se coloca el tablero exterior del encofrado, se verifica el espesor midiendo la distancia entre el tablero exterior y el interior.
- Por medio de los refuerzos horizontales sostenidos por las chapetas y empleando tornillos especiales se fijan ambas partes de forma sólida.

### **5.3.3 Encofrados para columnas:**

- Para armar el encofrado de las columnas, debe colocarse inicialmente un planchón de base.
- Luego armar tableros laterales.
- Asegurar y fijar con mordazas.
- Finalmente se colocan riostras para estabilizar el encofrado.

### **5.3.4. Encofrados para vigas.**

- Se colocan las bases sobre las que se va a apoyar todo el sistema del encofrado.
- Se levantan los pies derechos o puntales asegurándolos y fijándolos por medio de cuñas a la base y por medio de riostras entre sí.
- Se colocan a la altura indicada los cabezales asegurándolos con tornapuntas.
- Sobre estos se coloca el fondo de la viga, base del elemento a fundir.
- Se colocan los tableros laterales fijándolos con puntillas y asegurándolos con travesaños y puntales.

### **5.3.5 Encofrados para losas.**

En este tipo de encofrados, la distancia entre las viguetas depende del espesor del molde y el peso de la losa.

- Las tablas del molde se colocan en dirección paralela a la dimensión mayor de la losa, alternando las juntas transversales para evitar que queden en una línea.

- Se enlazan las vigas con los puntales, elevando el conjunto a la altura indicada.
- Se asegura y arriostra el conjunto.
- Se colocan las viguetas a distancias iguales, empleando las cuñas por debajo de los puntales para lograr la altura correcta, nivelando con un hilo tenso.
- Se fijan los elementos de enlace y arrastramiento, asegurando cada unión mediante dos clavos.
- Por último, se colocan las tablas para el molde, con tan pocos clavos como sea posible.



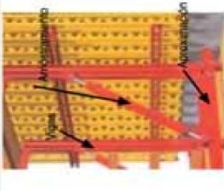
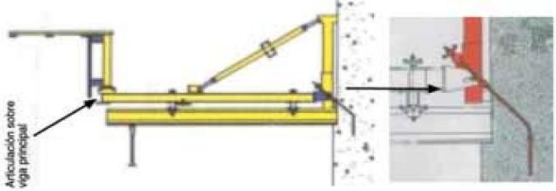
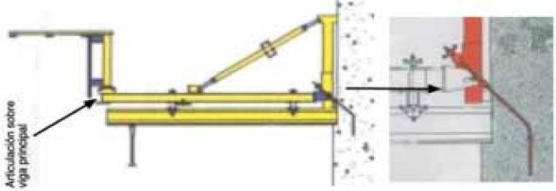
#### **5.4 DESENCOFRADO**

El desencofrado de las obras de concreto reforzado se debe realizar cuando las resistencias sean suficientes para responder a los esfuerzos requeridos.



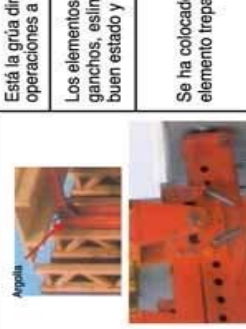

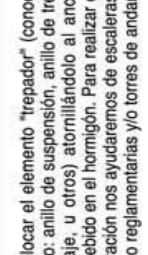



Debe procederse al desmonte sin golpes, sacudidas y progresivamente con el mayor cuidado posible, comenzando por las partes más alejadas de los apoyos.

**5.4.1 Procedimiento de encofrado trepante.** A continuación en el cuadro 3 se presenta un procedimiento de encofrado trepante que sirve como referencia a la hora de diseñar procedimiento en obra.

**Cuadro 3. Procedimiento encofrado trepante**

<b>ENCOFRADO TREPANTE</b> (se describe el procedimiento para el montaje de un conjunto tipo: 2 consolas completas más los paneles).		<b>COMPROBACIONES</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE MONTAJE</b>		
1.- Montaje de paneles de encofrado.	 	<p>Los paneles pueden ser metálicos o de madera: colocar los paneles en posición horizontal y boca abajo, unirlos con todos los rigidizadores, grapas y tornillos especificados por el fabricante.</p>	<p>Están todas los rigidizadores, grapas y tornillos bien fijados.</p>
2.- Colocación de vigas principales (velas).		<p>Colocar las vigas sobre los paneles y fijarlas.</p>	<p>Se han fijado con los elementos previstos por el fabricante (clavijas rigidizadoras, cabezales, grapas, tornillos, etc.).</p>
3.- Instalación de elementos de aproximación / cabzal de consola y arriostramiento (tirantes / tomapuntes).		<p>Colocar, sobre los dispositivos previstos en las vigas principales, los elementos de aproximación y arriostramiento.</p>	<p>Se han fijado con los elementos previstos por el fabricante y disponen de los pasadores (bulones) de seguridad.</p>
4.- Primera puesta.		<p>Instalar en "cota cero" el encofrado vertical.</p> <p>En la cara a contactar con el hormigón, se coloca (a la altura fijada según cálculo) el anclaje definido por el fabricante del sistema (cono, barra y contraplaca). Por el exterior se atornilla al panel (tornillo de fijación). Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio.</p> <p>Sobre las vigas principales, en la articulación prevista, se monta la plataforma de trabajo de coronación, delimitada por la barandilla. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio.</p> <p>Instalar escalera de mano reglamentaria o torres de andamio para el acceso a la plataforma superior.</p>	<p>El encofrado está anclado al suelo.</p> <p>El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada.</p> <p>La plataforma se ha conformado con los elementos definidos por el fabricante (viguería de madera, tablón, etc.), mayor de 60 cm de anchura, y está bien fijada a las vigas principales, disponiendo de los pasadores de seguridad.</p> <p>La barandilla está completamente montada (listón superior, intermedio y rodapié) en todos los lados libres.</p> <p>Existe escalera reglamentaria para el acceso a la plataforma.</p>

**Cuadro 3. Procedimiento encofrado trepante (Continuación)**

ACTIVIDAD	PRODECIMIENTO DE MONTAJE	COMPROBACIONES
<p>5.- Desencofrado.</p>	<p>Tras el hormigonado, curado y endurecido se retrae el panel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar el tornillo de fijación del anclaje.</li> <li>- Abatir hacia atrás el encofrado, actuando sobre los elementos de aproximación y arriostramiento.</li> <li>- Colocar el elemento "trepador" (conocido como: anillo de suspensión, anillo de trepá, encaje, u otros) atornillándolo al anclaje embebido en el hormigón. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio.</li> </ul> 	<p>El elemento "trepador" está convenientemente fijado (tornillo apretado a tope) al anclaje.</p> 
<p>6.- Primera elevación (1ª trepa).</p>	<p>Con la ayuda de la grúa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevar el conjunto, enganchando en las argollas previstas en las vigas principales.</li> <li>- Posicionarlo en el elemento "trepador" y colocar el pasador de seguridad. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio.</li> <li>- Colocar, en los elementos previstos en las vigas principales, de aproximación y arriostramiento, la consola y la plataforma de trabajo intermedia, delimitada por la barandilla. Para realizar esta operación nos ayudaremos de escaleras de mano reglamentarias y/o torres de andamio.</li> <li>- Realizar el arriostramiento entre consolas.</li> <li>- Colocar la escalera / escala de comunicación entre plataformas superior e intermedia.</li> <li>- Fijar nuevo anclaje (como en la primera puesta).</li> <li>- Instalar escalera de mano reglamentaria o torres de andamio para el acceso a la plataforma intermedia.</li> </ul>  	<p>Está la grúa dimensionada, y revisada, para las operaciones a realizar.</p> <p>Los elementos auxiliares de elevación (cables, ganchos, eslingas, balancines, etc.) están en buen estado y revisados.</p> <p>Se ha colocado el pasador de seguridad en el elemento trepador.</p> <p>La plataforma se ha conformado con los mismos requisitos que los indicados para la plataforma superior.</p> <p>Las consolas está arriostradas en los puntos, y con los elementos (bridas, largueros, prolongadores, etc.), definidos por el fabricante.</p> <p>Existe escalera / escala reglamentaria, convenientemente fijada, para la comunicación entre plataformas.</p> <p>El anclaje está bien fijado (tornillo apretado a tope) en la posición calculada.</p> <p>Existe escalera reglamentaria para el acceso a la plataforma.</p>    

Fuente. Varios autores, trabajo de investigación fuentes secundarias.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es importante tener en cuenta que el encofrado, no es asunto únicamente del contratista, sino de todos los involucrados en un proyecto realicen su aporte en diseño y construcción para influir en la elección tomada, en cuanto a la realización de la obra. Por esta razón, es importante que el diseñador trabaje conjuntamente con el contratista en el diseño definitivo de los detalles constructivos, a fin de realizar una obra más económica.
- En el diseño de encofrados de uso múltiple, es importante considerar la facilidad de desencofrar. Si se trata de encofrados que se van a retirar en su totalidad, deben colocarse de tal forma que se puedan desprender fácilmente
- Las fallas en encofrados pueden asumirse a materiales, errores humanos, materiales, equipos de mala calidad o diseños inadecuados. Con base en lo anterior es importante realizar un apropiado armado en los encofrados ya que una incorrecta manipulación puede generar deficiencias debido a: inadecuada fijación o atornillado, refuerzos laterales impropios, madera en mal estado, armado inadecuado, extremos de encofrados mal colocados, remoción prematura de soportes, inadecuado apoyo en el terreno, entre otras.
- Siempre que se realicen encofrados se recomienda la evaluación de los riesgos y las medidas preventivas de salud ocupacional asociadas a las tareas al realizarse generalmente en altura y sobre plataformas de trabajo provisionales.

## 7. CONCLUSIONES

- En este proyecto se enunciaron diferentes tipos de formaleta con el fin de servir como guía para escoger encofrados, cabe mencionar la importancia de ser cuidadosos a la hora de definir el tipo de encofrado en función de la tipología de la estructura. Asimismo, el encofrado debe tener suficiente resistencia para soportar sin deformaciones apreciables, la carga del concreto que contenga.
- Se cumplió con lo propuesto en el proyecto y se pudo evidenciar que los encofrados son un sistema que permite lograr alta productividad por la simplicidad en su uso y armado. Ofrece adicionalmente la posibilidad de reutilizarlo diariamente y rebajar costos, el uso de estos sería una ayuda importante en este periodo que se está presentando un alto auge en la construcción.
- Dado que cada actividad es parte de un proceso, el uso, rendimiento y mantenimiento de los encofrados, dependen del personal y su competencia; en consecuencia las ventajas de los encofrados se hacen más notorias cuando se realiza un cuidadoso seguimiento de todos los procesos en el desarrollo de cada proyecto, dentro del concepto de controlar durante su ejecución el cómo se cumplen los requerimientos establecidos para lograr los mejores resultados.
- Con base en lo revisado en este proyecto se puede afirmar que las formaletas metálicas se convierten en soluciones integrales industrializadas para la construcción, que permiten ser ajustadas al proyecto y son fáciles de manipular.
- En el ejercicio de la arquitectura, se puede concluir que la mayor ventaja de los encofrados es su versatilidad, ya que da la confianza que un diseño quede plasmado tal cual se concibió, dando cabida a continuar siendo más creativos e innovadores; es de anotar que hoy en día las empresas que ofrecen encofrados garantizan la entrega de formaletas diseñadas y fabricados a la medida del proyecto arquitectónico, con garantías de calidad y seguridad, lo que permite obtener óptimos resultados técnico-económicos en la ejecución de los proyectos.

- Existen innumerables empresas de encofrados en Colombia y en Bucaramanga la competencia respecto a fabricantes de encofrados es alta por lo que se pueden conseguir buenos precios en el mercado lo que nos favorece a los constructores en la reducción de costos en la ejecución de proyectos, en este proyecto se mencionaron las empresas más conocidas en Bucaramanga por su calidad, precio y cumplimiento.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- MIRANDA, Juan José. Formulación y evaluación de Proyectos. Bogotá: Cuarta Edición. 2001
- SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje, CONSTRUCCIÓN, Construcción de Estructuras en Hierro para Elementos en Hormigón. Fondo de Formación Profesional para la Industria de la Construcción-FIC, Editorial Entorno Ltda. Marzo 1986
- TAMAYO Y TAMAYO, Mario. Serie aprender a investigar. Modulo cuatro. El proyecto de investigación, 237 pág.
- **Enlaces de Internet.**
  - [www.planetacolombia.com/buscar/formaletas](http://www.planetacolombia.com/buscar/formaletas)
  - [catalogodeexportadores.com/Formaletas.../Colombia/1\\_2.aspx](http://catalogodeexportadores.com/Formaletas.../Colombia/1_2.aspx)
  - Catálogo de productos ADECOS [www.adecosdecolumbia.com](http://www.adecosdecolumbia.com)
  - Catalogo COENEQ LTDA [www.coeneqltda.com](http://www.coeneqltda.com)
  - Catalogo SAECO [www.saeco.com](http://www.saeco.com)
  - Catalogo CONSTRUEQUIPOS [www.construequipos.com](http://www.construequipos.com)
  - Catalogo Construyendo l.n.l.t.d.a. [www.construyendo.lnlttda.com](http://www.construyendo.lnlttda.com)
  - Catalogo Foster ingeniería [www.fosterforms.com](http://www.fosterforms.com)
  - Catalogo Renteco [www.fosterforms.com](http://www.fosterforms.com)
  - Catalogo INSERCHA. [www.insercha.com/productos/productos\\_fabricados.aspx](http://www.insercha.com/productos/productos_fabricados.aspx)
  - Catalogo FORMETAL [www.formetalcr.com](http://www.formetalcr.com)
  - Catalogo FORMACOL [www.formacol.com](http://www.formacol.com)