

GRADO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE
VIVIENDA EN BOGOTÁ

ESTUDIO DE TRES CASOS

ANGIE PAOLA PACHECO AREVALO

DUVAN ALEXIS AGUIRRE AVILA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD: ARQUITECTURA

PROGRAMA: TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

BOGOTÁ D.C 2017

GRADO DE INDUSTRIALIZACIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE
VIVIENDA EN BOGOTA

ESTUDIO DE TRES CASOS

Trabajo presentado para optar el título de
Tecnólogo en construcciones arquitectónicas

Coordinador PTCA

Arq. Nelson Cifuentes Villalobos

Docente de proyecto

Arq. Marco Antonio Pineda Bernal

ANGIE PAOLA PACHECO AREVALO

DUVAN ALEXIS AGUIRRE AVILA

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD: ARQUITECTURA

PROGRAMA TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICA

BOGOTA, D.C DICIEMBRE 2017

Dedicatoria

Paola: Mi proyecto de grado quiero dedicárselo principalmente a Dios porque sin la ayuda del nada hubiera sido posible y a mi mamá quien me ha brindado su apoyo incondicional para mi proceso académico.

Alexis: Quiero dedicar este proyecto primeramente a Dios quien me dio la vida, abrió puertas de oportunidades y me ayudo a esforzarme para alcanzar este logro. Quiero agradecer también a mi familia, quienes siempre me apoyaron y estuvieron conmigo en la perseverancia y alcance de esta meta, al igual que a mi gran amiga y compañera de Tuna quien entrego plena confianza en mí y creyó en mis capacidades como estudiante y persona. Por último, quiero agradecer a mi compañera de proyecto, por decidir realizar este proyecto conmigo y terminarlo a pesar de las diferencias, luchas y obstáculos.

Agradecimiento

Paola: A mi familia, ya que gracias a ellos he logrado culminar esta etapa, son las personas que siempre han creído y confiado en mí, en mis actitudes y en mis capacidades, por infundir en mi ese deseo de lucha, superación y perseverancia son los que hoy en día me hacen llegar hasta donde he llegado.

Alexis: En esta oportunidad quiero agradecer Primeramente a Dios por la vida y la bendición tan grande que me dio de estudiar en esta universidad. Quiero agradecer a mis padres Placido Aguirre y Luz Miryan Avila, y a mi tío Edilberto Aguirre quien me abrió la puerta para empezar una educación de nivel superior. Agradezco también a mi compañera de proyecto Angie Pacheco por su paciencia, entrega, amistad esfuerzo y perseverancia en el inicio y finalización de esta investigación, porque sin ella esto no se hubiera logrado.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Metodología	11
Antecedentes	12
Marco teórico	13
Industrialización en la construcción	13
Parámetros de la industrialización en la construcción	14
Tecnologías reducción M.O.....	14
Mecanización de procesos para la producción en serie	14
Construcción limpia.....	15
Planta de producción en la construcción.....	15
Normalización.....	15
Coordinación modular	17
¿Qué es la prefabricación?.....	18
Prefabricados cerrados.....	18
Prefabricados abiertos.....	18

Sistema Con-tech	19
Sistema forsa	23
Sistema Metalex	26
Sistema formesan	30
Sistema Efco.....	31
Sistema túnel, outinord	32
Sistema speedco	35
Sistema Eternit	38
Sistema 3D panel.....	41
Sistema Plycem	44
Sistema Royalco (sistema 100% prefabricado).....	46
Toma de datos	51
Estudio de caso “Castilla imperial”	53
Estudio de caso “Capellanía central”	58
Estudio de caso “Victoria parque comercial residencial”	61
Análisis y discusión de resultados	69
Conclusiones.....	70
Anexos.....	70
Bibliografía.....	75

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Estructura en formaleta	19
Ilustración 2 Cimentación.....	20
Ilustración 3	21
Ilustración 4 Partes de la formaleta.	22
Ilustración 5 Vivienda, Sistema forsa.....	23
Ilustración 6 Cimentación, forsa.....	24
Ilustración 7 Ubicación de muros, forsa.....	25
Ilustración 8 Refuerzo de muro	25
Ilustración 9	25
Ilustración 10 Estructura metalex.....	26
Ilustración 11 Estructura , muros metalex.....	27
Ilustración 12 Modulación estructura, metalex.	28
Ilustración 13 Instalación formaleta entre piso, metalex.....	28
Ilustración 14 Sistema túnel, outinord.....	32
Ilustración 15 Cimentación, speedco.....	36
Ilustración 16 Sistema constructivo, speedco.....	36
Ilustración 17 Componente panel, speedco.	37
Ilustración 18 Perfilera, speedco.	38
Ilustración 19 Proceso constructivo, Eternit.....	39
Ilustración 20 Ficha técnica de los módulos, Eternit.....	40
Ilustración 21 Refuerzo escalera, 3D panel.	41
Ilustración 22 Refuerzo cimentación, 3D panel.	42
Ilustración 23 Refuerzo entre piso, 3D panel.	43

Ilustración 24 Dimensiones Laminas plycem, plycem.....	45
Ilustración 25 Material sistema royalco, Royalco.	47
Ilustración 26 Arranques, sistema royalco.	47
Ilustración 27 Detalle cimentación, sistema royalco.....	48
Ilustración 28 Muros, royalco.....	49
Ilustración 29 Refuerzo muros, royalco.	49
Ilustración 30 Estructura, formesan Tomada en obra.....	53
Ilustración 31 Refuerzo esquinas de los muros	54
Ilustración 32 Muros fundidos.....	54
Ilustración 33 Procedimientos, entrepiso. Foto	55
Ilustración 34 Accesorios de formaleta	56
Ilustración 35 Arranques pilotes hincados, desperdicio y escombros	56
Ilustración 36 Estructura I.c paneles	58
Ilustración 37 Muros prefabricados.....	59
Ilustración 38 Fachada principal victoria	61
Ilustración 39 Estructura metálica	62
Ilustración 40 Muro fibrit	62
Ilustración 41 Muro divisorio, dura panel	63
Ilustración 42 Estructura escaleras	63
Ilustración 43 Envolverte Hunter Douglas	64

Resumen

Este proyecto de investigación surge de la necesidad de conocer que tan industrializados y eficientes son los sistemas constructivos, conocer sistemas más eficientes y rápidos constructivamente para la producción de viviendas en serie. De acuerdo con esto se dio, la tarea de conocer cómo se ha introducido la industrialización en la construcción y sus procesos constructivos. A través de la historia la construcción ha evolucionado y aún más con la industrialización introduciéndose en ella, llevando a la actualidad más de 50 sistemas industrializados, es por ello, por lo que se hace un análisis para identificar el grado de industrialización de estas construcciones en Bogotá, una ciudad con amplia utilización de estos sistemas y a su vez un gran déficit de vivienda.

Estos sistemas que se han empleado en Bogotá presentan ciertas características que los identifican, pero a la vez nos llevan a pensar si realmente son industrializados, semi-industrializados o parcialmente industrializados, lo que requería una observación de sus procesos constructivos y analizar cada uno de sus componentes. Esto llevo a que Se evaluara el porcentaje o grado de industrialización de estos sistemas en los cuales se estudiaron tres obras con diferentes sistemas industrializados y un sistema no aplicado en Colombia como lo es Royalco, considerado con el mayor grado de industrialización. Se establecieron los parámetros de calificación de los sistemas formesan, ic panel, sistema combinado y Royalco según su proceso constructivo, Esta calificación se plasmó en un cuadro comparativo donde se evaluó y promedio el porcentaje de industrialización para establecer si es totalmente industrializado, semi o parcialmente industrializado, este cuadro comparativo no solo sirvió para estos sistemas si no que su elaboración creo un formato para evaluar los otros según los parámetros determinados.

Palabras Clave: Industrialización, sistemas constructivos, construcción industrializada, procesos.

Abstract

This research project arises from the need to know more efficient systems and rapid constructively for housing production in series. In accordance with this is known industrialization, applied to the construction or architecture. Throughout history the construction has evolved and even more with the industrialization introduced in it, leading to more than 50 industrialized systems, that is why it is done an analysis to identify the degree of industrialization of these constructions in Bogotá, a city with a large housing deficit.

Evaluates a percentage or degree of industrialization of these systems in which they studied three works with different systems of industrialized countries and a system is not applied in Colombia as royalco, considered with the highest degree of industrialization. Established rating parameters formesan systems, ice Royalco fibrít panel, and according to their constructive process, this qualification will be reflected in a comparative table where was evaluated and the average percentage of industrialization to establish whether it is fully industrialized, semi or partially industrialized, this comparative table served not only to these systems if not that, i think a format to evaluate the other according to the parameters determined.

Keywords: Industrialization, construction systems, industrialized construction, processes.

Introducción

El proyecto se desarrolla a partir del por qué construir vivienda en Bogotá con un sistema denominados comúnmente como industrializado, y de acuerdo con esto, se estima que usar un sistema industrializado, cubre una gran demanda al déficit de vivienda, lo cual indica, que al ser una producción en serie se compensara el valor del terreno a construir, por ende, el sistema brinda una capacidad económica y eficiente tecnológicamente sustentado en un proceso constructivo.

Los sistemas industrializados se clasifican como los sistemas prefabricados o preparados in situ, en lo cual se encuentran sub sistemas que se utilizan actualmente en la construcción. El problema por identificar es buscar que tan industrializados son de acuerdo con los parámetros que se exponen para considerar una construcción industrializada.

Esto se desarrolla a partir de la información de algunos subsistemas que utilizan unas empresas constructoras de vivienda en Bogotá, en lo cual se tomaron tres de ellas para comparar con un sistema que cumple totalmente por su producción limpia y así concluir, que el sistema 100% industrializado se debería optar en Bogotá para la vivienda, no solo porque cumple con los parámetros de industrialización sino también por su producción rápida y económica.

Objetivo general

Identificar y comparar qué tan industrializados son los sistemas constructivos que actualmente se han adoptado para la construcción de vivienda en Bogotá, y describir como incide la industrialización dentro de los procesos constructivos que configuran un sistema.

Objetivos específicos

Establecer los parámetros fundamentales para evaluar el grado de industrialización que hay en cada uno de los sistemas constructivos seleccionados

Clasificar tres obras cuyos sistemas en proceso de ejecución y finalización de construcción en Bogotá, de manera que se pueda determinar del grado de industrialización de cada sistema.

Adicionalmente se propone establecer una comparación entre un sistema completamente industrializado, y otros parcialmente industrializados de las obras seleccionadas.

Metodología

La metodología que se optó para la elaboración de este proyecto será de investigación exploratoria. El enfoque metodológico se basó en la recopilación de datos, tanto cuantitativos como informativos. Se utilizaron medios de investigación y de información como páginas web, libros relacionados al tema de industrialización, fichas técnicas de sistemas constructivos, consultas a obras que manejan sistemas industrializados para la construcción de vivienda, y tesis relacionadas con el tema. Por último, se utilizó un método comparativo.

Para determinar qué tan industrializado es un sistema constructivo fue necesario seguir los pasos de investigación, los cuales consistían en buscar tres empresas constructoras de vivienda que manejaran un sistema industrializado actualmente en construcción en Bogotá.

De acuerdo con esto se hace visita a tres obras, (casos de estudio).

Se escogió la empresa I.C. Constructora que se encuentra manejando directamente un sistema cerrado (Formesan) La segunda obra se escogió por la misma empresa, I.C Constructora, que maneja un sistema de prefabricación abierta de muros en fabrica (I.C Paneles) La tercera obra se escogió de la empresa Deed Asociados, empresa encargada de la construcción Victoria, parque comercial y residencial

Con estas obras sistemas industrializados, se implementó al proyecto una ficha técnica donde se explique el proceso constructivo de cada capítulo de obra que configura la estructura del edificio, para que, por medio de la información recopilada en cada obra, se determine qué grado de porcentaje en industrialización que contiene cada uno, para concluir con los parámetros de industrialización.

Antecedentes

De acuerdo con la investigación de (Asocreto, 2011) La revolución industrial fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVII y a principios del siglo XIX. En el que el reino unido en primer lugar, y el resto de la Europa continental después, sufren el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas culturales de la historia de la humanidad.

Este periodo reconocido (1750-1840) generó un sin fin de cambios constantes de crecimiento continuo donde intervinieron varios factores: las inversiones técnicas (tecnológicas), los descubrimientos teóricos, así como las transformaciones sociales (económica) y el ascenso y modificación de las estructuras demográficas. Solo la confluencia de estos factores se potencia entre sí, y es prácticamente imposible decir que algunos de ellos es el desencadenante.

En el sector de la construcción podríamos entender que la demanda de mano de obra para la industria en general ha presionado fuertemente la oferta de personal dispuesto a integrarse en el sector de la construcción. (Asocreto, 2011, p. 25)

Este tipo de situación genera una presión sobre el sector de la construcción y crea la necesidad de la búsqueda de nuevos sistemas constructivos, que disminuya el requerimiento de mano de obra especializada, que den la posibilidad de reducir tiempos de ejecución, así como mejorar los acabados y en general ofertar un producto de mejor calidad, menos precio y menos tiempo de ejecución.

Estos conceptos aplicables a la reducción de vivienda se pueden enumerar:

1. Contar con procesos estandarizados que permitan la reducción de tiempos e intensidad de supervisión
2. Reducción drástica del uso de mano de obra.
3. Certificación de procesos.
4. enfoque en procesos. Procedimiento vs resultados.
5. Nuevos sistemas de organización con una altura enfocada en calidad y servicio.

Marco teórico

Industrialización en la construcción

La industrialización de la construcción nace de la necesidad de economizar mano de obra especializada y la de reducir el costo de las especificaciones de vivienda para que pudiera llegar a las clases sociales de menos recursos.

En el sector de la construcción de viviendas, en la mayoría de los países del mundo el factor “mercado es cada vez más fuerte y demandante de mejores productos. Por esto, normalmente se podría esperar que el proceso de industrialización aporte”.

En obra: - Velocidad de construcción.

-Exactitud de tiempos de producción.

- Precisión dimensional.

-Acabados perfectos.

El cambio y mejoramiento de la industria de la construcción es necesario y urgente debido a los siguientes factores.

-Un mercado cada vez más competitivo requiere una rápida adaptación de los bienes a las necesidades de los clientes en cuanto a dimensiones físicas características y calidad de los insumos.

-Los proyectos de mayor complejidad requieren sistemas de construcción con economías de escala dimensión de costos y tiempo de ejecución.

-Mayores requerimientos tecnológicos y de calidad. Son una consecuencia y complemento de los dos puntos anteriores.

Parámetros de la industrialización en la construcción

Para determinar el grado de industrialización es necesario determinar los parámetros que consideran una obra industrializada, y de acuerdo ah (Niño, S.F, P. 81-82) Los parámetros son los siguientes:

Tecnologías reducción M.O

La industrialización es la utilización de tecnologías que sustituyen la mano de obra del artesano por la maquina teniendo en cuenta que sea competitiva.

Mecanización de procesos para la producción en serie

La industrialización necesita estar al tanto del lugar donde se trabaja para que se considere como una industria que al mecanizarla resulte ser industrial; la serie de producción para lograr la repetición de operaciones; la racionalización de

la producción con el fin de reducir los tiempos de trabajo, una mayor productividad y una mejor rentabilidad.

Construcción limpia

Es aquella construcción que no causa escombros, polvo o desperdicios durante su ensamble o desmontaje, sus elementos o partes no necesitan ni sufren ningún tipo de corte o modificación.

Planta de producción en la construcción

Los elementos de construcción deben salir de fábrica listos para su utilización, de forma que puedan ser fácilmente ensamblados. Es por ello por lo que se adecua de acuerdo al espacio en obra, un lugar fuera o dentro para la prefabricación del elemento.

Normalización

Simplificación: Consiste en lograr una producción rápida y económica de viviendas es necesario que el diseño de los elementos constructivos, redonda a un trazo sencillo y el proceso de montaje sea fácil y simple. La simplificación se logra reduciendo el número de componentes constructivos utilizando dimensiones modulares para lograr un proceso constructivo racional.

Se encontraron normas donde se establece la normalización y simplificación modular de un proceso constructivo.

-Norma Técnica Colombia [NTC] 45 (2001, P.2-3) Ingeniería civil y arquitectura. Coordinación modular de la construcción. Bases, definiciones y condiciones generales.

3.1.1 En casos especiales por los respectivos componentes de la construcción, la dimensión modular puede ser sustituida por una dimensión que sea una fracción simple o un módulo de un pequeño número de módulos.

3.1.2 La holgadura modular está determinada por el tipo de unión la naturaleza y superficie de los materiales a unir por las características intrínsecas del elemento que se use en la unión y por necesidad de lograr el ajuste de las medidas de los componentes del reticulado espacial de referencia.

-Norma NTC 927 (1979, P.2) Dimensionamiento modular de paneles verticales.

3.2 Dimensión vertical

3.2.1 Cuando los paneles modulares de fachada deben ser fijados dentro del perímetro de la estructura, su dimensión vertical debe ser igual a la altura modular adecuada para tal fin.

Los paneles verticales serán de 3m, 4m y 5m usados individualmente en múltiplos combinadas entre si obteniendo los valores de la serie modular horizontal 3m.

3.3 Dimensión horizontal

Deben permitir que estos puedan ser combinados de distintas maneras, con el fin de obtener todas las longitudes modulares requeridas para ser colocadas dentro y fuera de los bordes.

Coordinación modular

La coordinación modular es una disciplina dimensional basada en un módulo para el diseño de componentes constructivos y espacios arquitectónicos en lo que siempre hay tres magnitudes, para medir:

-La humana, la técnica y la estética

La humana se basa principalmente en medir lo que está directamente relacionado con el ser humano como: puertas, peldaños, espacio interior y mobiliario.

La técnica mide las dimensiones de los materiales teniendo en cuenta la resistencia, la intensidad sonora, la conductibilidad térmica, etc. para que de origen al módulo técnico

La estética esta movida por la proporción en la relación ancha y alta de una puerta, de una columna.

El objetivo de la coordinación modular es elevar la productividad en la industria de la construcción con mayor énfasis en las construcciones en serie con componentes repetitivos que no necesitan modificaciones en el momento de ser ensamblados, es decir, que trabajan como una construcción tipo (mecanizada) donde con poca cantidad de componentes usados tipológicamente, permita construir sin desperdicio de obra. (Niño, S.F, P. 23)

¿Qué es la prefabricación?

Es un procedimiento de construcción que en sus componentes se producen en una fábrica con perfectas condiciones de trabajo, riguroso control y gran productividad; en obra solo hay que montar las unidades que lleguen perfectamente acabadas bajo una tipificación establecida y unos planos de montaje.

Prefabricados cerrados

Consiste en la industrialización de grandes piezas que constituyen elementos completos de una vivienda fabricada en serie siguiendo un proyecto arquitectónico determinado adaptado estrictamente a los elementos prefabricados.

Este tipo de prefabricación también llamada “a la medida” no exige grandes series pues parte del hecho arquitectónico despiezado en elementos que solo podrán ser usados en ese diseño.

Prefabricados abiertos

Consiste en industrializar elementos de vivienda susceptibles de combinaciones y montajes múltiples de acuerdo con distintos proyectos e arquitectura. Esto se basa en una coordinación modular completa con tolerancias de fabricación muy estrictas

Este tipo de prefabricación, también llamada de “catalogo” reduce las operaciones de acabado en obra mediante la fabricación de piezas normalizadas ofrecidas a través de un listado tanto al arquitecto como al constructor.

En resumen, el centro de operación es la tipología del sistema constructivo que permitirá la construcción tipo mecanizada de cualquier proyecto arquitectónico. (Niño, S.F, P.98)

A continuación, se darán a conocer los diferentes sistemas industrializados cerrados, que usan comúnmente formaleta para la construcción de vivienda multifamiliar. De acuerdo con esta información identificar las cualidades de los sistemas en su proceso constructivo.

Sistema Con-Tech

Con-Tech, es un sistema industrializado in-situ es decir toda tu estructura y sistema es hecho en obra. De acuerdo con la información brindaba por (Pinzón, 2015, Párr..3) Es un sistema de construcción industrializado que utiliza módulos de aluminio fundido de diferentes dimensiones, que, al ser ensamblados, conforman la formaleta para los muros de la edificación. Con el sistema se pueden realizar los trabajos de colocación del refuerzo, instalaciones, formaleta y fundida del concreto en un solo día, dejando un tiempo adecuado para que el concreto fragüe y se pueda repetir el mismo proceso al día siguiente. El sistema está compuesto esencialmente por moldes de aluminio fundido, separadores, pasadores y cuñas.



Ilustración 1 Estructura en formaleta

Recuperado de https://prezi.com/uwszc_u1qxs6/sistema-constructivo-con-tech/

Características

- El sistema constructivo está aprobado por la actual NSR-10
- Genera bajos desperdicios de material
- No necesita maquinaria pesada para su proceso
- Los muros conforman una estructura portante con buen comportamiento frente a la acción de sismos
- Tiene buen comportamiento termo acústico
- Sus formaletas son flexibles frente a modelos y diseños arquitectónicos
- La edificación terminada no puede modificarse al ser estructurales la mayoría de sus muros
- La formaleta es relativamente costosa, al tiempo que elimina posibilidades de autoconstrucción.

Cimentación: La cimentación es dada por el estudio de suelos de acuerdo a la la información de la revista (construdata, 2010) establece que a profundidad está el estrato portante para realizar la excavación y nivelación del terreno, la cual puede llegar a ser superficial (zapatas aisladas o corridas) o profunda (pilotes pre excavados)



Ilustración 2 Cimentación.

Recuperado de <https://issuu.com/legissa2010/docs/ed.143/37>

Soporte: la estructura está dada por los muros estructurales ubicados en las dos direcciones, longitudinal y transversal. Los muros se funden en formaletas de aluminios ensambladas según la modulación del sistema. Estos muros se funden monolíticamente con la losa de entre piso. El sistema está compuesto principalmente por los encofrados de aluminio, separadores y pasadores de cuña.



Ilustración 3 Soporte.

Recuperado de <https://issuu.com/legissa2010/docs/ed.143/37>

Envoltentes: Al ser un sistema de fundición de muros, se pueden dejar los muros de concreto a vista, en dados casos se realiza el revoque para cubrir ciertas grietas dadas por el fraguado del concreto. Sus fachadas o envoltentes pueden ser desde paneles de concreto prefabricado, o muros de mampostería. La cubierta esta especificada en el diseño la cual puede ser plana o inclinada.

Dimensiones de la formaleta

Panel en aluminio o acero de 0.60 x 0.90x2.20^a 2.40

Partes de la formaleta

-Angulo, alineador, grapas, tapa de muro, rionera, tensor, distanciador y pines

Angulo



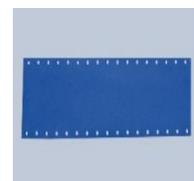
Alineador



Grapas



Tapa de muro



Rionera



Tensor



Distanciador



Pines



Ilustración 4 Partes de la formaleta.

Recuperado de https://prezi.com/uvszc_u1qsx6/sistema-constructivo-con-tech/

Llegada a Colombia: Llego a Colombia en la década de los 90 junto con otros sistemas industrializados que se empezaron a implementar en Colombia.

Capacidad m2 (altura)	Tiempo de construcción
La capacidad del sistema permite construcciones en altura incluso mayor de 5 pisos, altura que generalmente se usa para casas VIS	El tiempo de construcción está relacionado al concreto, el cual tiene un acelerante que permite fraguar en 6 a 8 horas en clima frio, dándole a una construcción un promedio de 1 a 2 viviendas diarias.

Sistema Forsa

Es un sistema industrializado a base de encofrados altamente versátiles y adaptables, que permite desarrollar proyectos minimizando los tiempos y costos de la obra. Este sistema está conformado por diferentes tipos de paneles, herramientas y accesorios que permite una rápida implementación, además de que sus paneles pueden ser transportados por un operario o más reduce casi la mitad el tiempo de obra que común mente suele durar y es económico por que genera menor desperdicio y no requiere de mano de obra calificada.



Ilustración 5 Vivienda, Sistema forsa.

Recuperado de <https://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/>

Las recomendaciones por la empresa Soluciones de Ingeniería [S.A] (2017) son las siguientes:

- Es un sistema rápido y económico
- No se necesita de demasiado personal para realizar los trabajos
- Al tener muros estructurales tiene buena reacción frente a sismos
- Cumple con la norma sismo resistente colombiana
- Los encofrados son versátiles y permiten diferentes acabados

- No permite modificaciones después de terminada la obra
- Las formaletas requieren de mantenimiento que puede llegar a generar sobre costos

Cimentación: Se diseña de acuerdo con las especificaciones del geotecnia y estudios de suelo, los cuales se hacen previos al inicio de obra donde se establece el tipo de cimentación que se va a utilizar.



Ilustración 6 Cimentación, forsa

Recuperado de: https://prezi.com/1_car-g-kcww/sistema-constructivo-forsa/

Soporte: De acuerdo con la información de (Cifuentes, 2012, Párr..6-7) los muros se funden de manera transversal y longitudinal y monolíticamente con las losas para soportar las cargas horizontales de un sismo y sus refuerzos. Al ser un sistema de muros estructurales transmiten muy bien las cargas a la cimentación.



Ilustración 7 Ubicación de muros, forsa

Recuperado de: https://prezi.com/1_car-g-kcww/sistema-constructivo-forsa/



Ilustración 8 Refuerzo de muro

Recuperado de: https://prezi.com/1_car-g-kcww/sistema-constructivo-forsa/

Dimensiones de la formaleta

<p>FM: Formaleta de muro. Tamaño máximo: 60 cms de ancho, con altura de 240 cms.</p>	<p>FL: Formaleta de losa Tamaño máximo: 90 cm x 120 cm.</p>	<p>EQL: Unión Muro Losa Conecta el panel y la losa. Tienen diferentes alturas: 5, 10, 20 y 30 cms y la tipo cuchilla con 7 mm de altura.</p>	<p>Otros tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Caps-CP •Esquineros internos - EQM •Tapamuros para puertas y ventanas: TPV - TPH
			

Ilustración 9 Dimensiones de formaleta.

Recuperado de: <https://prezi.com/l-mtkthditm/sistema-forsa-y-sistema-tilt-up/>

Llegada a Colombia: Forsa es una empresa colombiana que empezó a funcionar desde 1995 y gracias a su excelente calidad en productos, está ubicada en 35 países en el mundo.

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Este sistema permite realizar construcciones en altura mayores a 6 pisos, con las especificaciones y refuerzos correspondientes.	El tiempo de ejecución con forsa se reduce considerablemente, la mayoría de sus elementos son livianos lo que la hace más rápida en cuestión de ensamblar, y fundir. Esto le permite obtener una casa por día.

Sistema Metalex

Es un sistema de formaletas mano portables metálicas que facilita la fundición de muros y losas monolíticamente, con un tipo de panel especial el cual permite variedad de diseños, además es considerado como construcción liviana, con lacas de 10cm. Este sistema es rápido y rotativo, y no requiere de grúas para levantar la formaleta, a excepción de edificios en altura en donde requiera trasportar de torre a torre.



Ilustración 10 Estructura metalex.

Recuperado de: <http://www.metalex.com.co/residencial/>

Características

- Permite variedad de diseños arquitectónicos
- Reduce desperdicios de materiales al tiempo disminuye el tiempo del personal requerido para su ejecución
- Permite construcciones en altura
- No permite modificaciones después de terminada la obra
- Suele ser costoso alquilar las formaletas o la compra para la utilización de las mismas

Soporte: Al igual que la mayoría de sistema que utilizan encofrados, la ficha técnica, empresa (Metalex, S.F, párr...2) Utiliza muros de carga o muros estructurales fundidos con concreto reforzado. Los muros se funden monolíticamente con las losas, los muros al estar ubicados en las dos direcciones presentan una muy buena reacción frente a sismos.



Ilustración 11 Estructura, muros metalex.

Recuperado de: <http://www.metalex.com.co/residencial/>

Modulación de los muros y placas de entrepiso



Ilustración 12 Modulación estructura, metalex.

Recuperado de: <http://www.metalex.com.co/residencial/>

Losas de entre piso

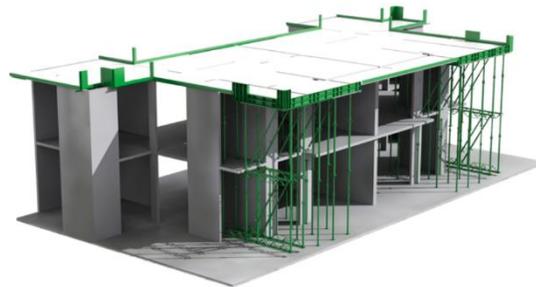


Ilustración 13 Instalación formaleta entre piso, metalex.

Recuperado de: <http://www.metalex.com.co/residencial/>

Componente del sistema

Tablero metálico, tablero plano estándar para muros, placas y columnas de 100x1200mm hasta 600 por 1200mm de 4"x48" hasta 24"x48

Accesorios

- Distanciador: garantiza el espesor de la estructura
- Angulo: para conformar aristas de 90°
- Pin: distanciador del tablero
- Grapa: elemento de unión del tablero
- Tensor: accesorio de conexión entre el tablero y el alineador
- Alineador: garantiza el alineamiento recto entre muros y placas
- Martillo extractor: se utiliza para extraer los distanciadores
- Rastrillo: elementos para desencofrar

Llegada a Colombia: inicia labores en el año 1989, en la ciudad de Bucaramanga

Colombia, gracias al esfuerzo del fundador el Sr. Victor Vigilio Sanabria, después de un amplio estudio de los sistemas utilizados a nivel mundial de encofrados metálicos. (Metalex, S.F, Párr..1)

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Metalex al ser un sistema de formaletas e aluminio y su proceso de construcción es con concreto reforzado permite construcciones en altura incluso hasta 20 pisos o más con los respectivos cálculos estructurales	Este sistema al tener unos elementos de fácil instalación maneja un promedio de construcción de una vivienda en 24 horas

Sistema Formesan

Es un sistema industrializado de formaleta metálica modular especial para modelado del concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas, que proporcionan uniformidad y seguridad en concretos estructurales. Es un sistema especialmente diseñado para construcciones modernas y en altura, es versátil en cuanto a diseños y no hay una limitante con respecto al diseño arquitectónico. Formesan catalogo comercial (S.F, P.3).

- Permite construcciones en altura y producción en masa
- Por su versatilidad puede ser usado en cualquier tipo de proyectos de concreto reforzado
- Tienen diferentes tipos de encofrados y moles con medidas estandarizadas y al ser mano portable no requiere de grúas o maquinaria para mover la formaleta
- Los diseños arquitectónicos están limitados por la modulación de la formaleta
- No permite autoconstrucción, ni modificaciones en los muros
- El rendimiento debe ser unidad en vivienda diaria para no alterar el presupuesto

Cimentación: la cimentación es especificada por el calculista y los estudios de suelos.

Estos estudios determinan si deber ser superficial o profunda la cimentación del edificio.

Soporte: el soporte de este sistema, son muros estructurales. Estos muros se elaboran con las formaletas de aluminio mano portables, las cuales se instalan con sus respectivos accesorios, después se dispone a la colocación del refuerzo o la parrilla y por último el vaciado del concreto

Accesorios:

-Chapeta, mordaza, tubos alineadores, corbatas distanciadores, dimensiones de la formaleta

Todas las partes del encofrado son resistentes a la corrosión y esfuerzos de tensión y compresión. Soportan una presión máxima de vaciado de 5.850 kg/m² a una altura de 2.40 m

El peso de 1 m² es de 50 kg aproximadamente, lo que permite que un solo operario pueda maniobrar los paneles y sus accesorios. (Formesan C.C, S.F, P.15)

Módulos de 1.20m x 0.60m de 24 kg

Módulos de 2.40m x 0.60m de 45 kg

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Su capacidad en altura está entre 12 y 16 pisos dependiendo del diseño arquitectónico y estructural que establece la obra o proyecto	El tiempo estimado por unidad de vivienda es de 8 a 12 horas

Sistema Efcó

Es un sistema de paneles modular mano portables, totalmente de acero que puede ser manejado por un solo trabajador, los paneles presentan una gran durabilidad al poderse utilizar más de mil veces con el mantenimiento adecuado, resulta un sistema bastante económico con respecto al encofrado

Esto significa que el sistema es ideal para paredes rectas, tanques redondos, cimientos, paredes de sótano, pilares y paredes con insertos, pilastras y esquinas difíciles, túneles, alcantarillas y más. Las posibilidades de formación de hormigón son infinitas con este sistema

-Menores costos de materiales

-Una Eficiencia de los Trabajadores

-No se requieren cajones de madera

Tiempo de vertido se reduce

-Ligero

-Rellenos de madera reducidos

-Reduce los costos de acabado del concreto

-Múltiples aplicaciones de formación

Este sistema fue desarrollado en 1936 en estados unidos y lleva más de 80 años realizando proyectos y obras con excelente calidad

Sistema túnel, Outinord

Este sistema ofrece la ventaja de tener bajos costos por la gran productividad de la mano de obra y un bajo costo de amortización de los quipos. Se puede construir todo tipo de estructuras de concreto armado, especialmente unidades habitacionales de proyectos repetitivos. De acuerdo ah (Noticreto, 1995) El proceso permite fundir in situ muros longitudinales y transversales con sus placas.



Ilustración 14 Sistema túnel, outinord.

Recuperado de: www.google.com.co/search?q=sistema+tunel&dcr

Cimentación: La cimentación es profunda usualmente con pilotes, la cimentación depende de las cargas que transmitirá el edificio.

Soporte: La estructura de soporte está basada en muros de corte y placas de diafragma rígido, que tienen un buen funcionamiento en el evento de un sismo. El sistema permite además fundir en un sistema operación muros en dos direcciones junto con la placa, dando como resultado una estructura monolítica con gran rigidez en ambas direcciones.

Envolvertes y acabados: el acabado superficial es completamente liso, ya que la superficie de los paneles es una plancha lisa de acero. Generalmente se utilizan envolvertes en mampostería para las fachadas.

Los paneles están constituidos por lanchas de acero de 3mm de espesor, reforzadas con perfiles de acero, estos perfiles están distanciados de tal manera que el panel pueda resistir una presión del concreto fresco de 6 tones/m² a una altura de 3m. Para resistir la presión del concreto al estar enfrentado un panel a otro, se unen mediante unos pasadores de acero que se ajustan con tuercas mariposa.

Concreto: 210kg /cm² (21 mpa) con un tamaño máximo de agregado entre ¾” y 1.5” dependiendo el elemento a fundir. La compactación se realiza normalmente con vibradores de inmersión para facilitar la colocación del concreto y evitar la aparición de hormigueros, es recomendable utilizar concretos con asentamiento de 10cm.

Concreto outinord: concreto fluido, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado especialmente para ser empleado en el sistema túnel, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción.

Accesorios: testeros para las placas y muros, andamios, plataforma para acceso y seguridad.

Medidas de las formaletas: Forma: medio túnel o coquilla, consistente en una sesión rectangular compuesta por un panel vertical de una altura igual a la del muro a fundir y un panel horizontal. Ambos paneles están ensamblados entre sí mediante pernos formando un ángulo. Dos medios túneles conforman un túnel.

Panel vertical: Su altura estándar es de 2.43m lo que conforma una altura de piso a techo de 2.50 m. Sin embargo, es posible adecuarlos para alturas entre los 2.20 hasta los 3m. El largo estándar de un panel vertical es de 1.25 y 2.50

Panel horizontal: El largo de los paneles horizontales tienen la misma modulación que un panel vertical. El ancho varía entre 1.05m y 2.85m. Al unir varios medios túneles se pueden obtener los diferentes largos de túnel requeridos.

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Este sistema permite construcciones en altura mayores a 20 pisos, debido a su capacidad portante y estructural. Su configuración como pórticos le permite esta disponibilidad en altura	Al ser un sistema de rotación, en el cual se funden muros con placas, se estima que pueden llegar a obtener una unidad de vivienda diaria y hasta tres unidades habitacionales por día.

Sistema Speedco

Es un sistema industrializado de obra seca a partir de paneles de poliuretano expandido y fibrocemento. Una investigación hecha por (Ortiz, 2015, Párr..3) dice que la estructura está compuesta por perfiles de aluminio que son fijados a la cimentación con herrajes grapas y materiales de rápida instalación. Después de la perfilaría estar correctamente instalada de adecuan los paneles sobre ella para formar las paredes con sus respectivas instalaciones entre los paneles y el sistema de aislamiento termo acústico, es un sistema muy versátil que permite una instalación rápida y ajustable a las consideraciones de los diseños de cada proyecto.

- Es un sistema de construcción rápida a partir de elementos prefabricados con el control de calidad de la fabrica
- S resistente frente a agentes naturales y climáticos
- Permite dar texturas diferentes en los paneles
- Genera menor desperdicio y gasto de agua al ser un sistema de prefabricados
- El sistema requiere una estructura metálica para edificaciones de dos pisos
- Impone la participación del fabricante o proveedor en puntos clave de su desarrollo
- No permite construcciones en altura.

Cimentación: Al ser un sistema de construcción liviano su cimentación es superficial con zapatas corridas, los paneles van fijados a la viga de cimentación como lo muestra la imagen



Ilustración 15 Cimentación, speedco.

Recuperado de: <https://prezi.com/2m3lynr2ho4p/sistema-speedco/>

Soporte: La estructura está compuesta por perfiles de aluminio, fijados a la cimentación donde después de anclar los paneles que van a formar el muro. Para casas de dos pisos requiere estructura o perfilera metálica. Para edificaciones de un piso se utilizan paneles Termo Wall y para edificaciones de dos pisos vigas y columnas con láminas Termo Wall de mayor espesor.

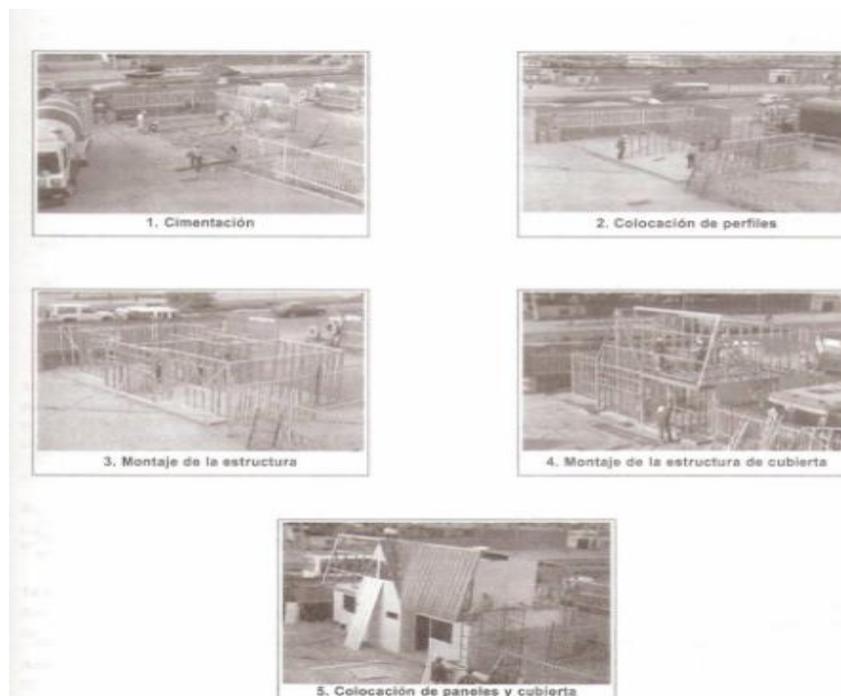


Ilustración 16 Sistema constructivo, speedco.

Recuperado de: <https://prezi.com/kvznlvpytsez/sistema-constructivo/>

Cubierta: Elementos de fibrocemento, como dejás y acabados en cielo raso generalmente se requiere de una cuadrilla de 3 personas previamente capacitadas por speedco o la empresa que provee los materiales y equipos. Que se conforma por 1 oficial. 2 ayudantes que levantan en promedio 35 m² incluyendo instalaciones y ventanearía.

Envolvente: El envolvente de este tipo de construcciones es del mismo material de la estructura y muros que son los paneles de poliuretano expandido.

Espesor de paneles y tipos de perfilaría:

Paneles de fibrocemento y poliuretano de 1.22mx 2.44m y 1.22mx3.05 m, espesores; 35mm, 70mm y 120mm.

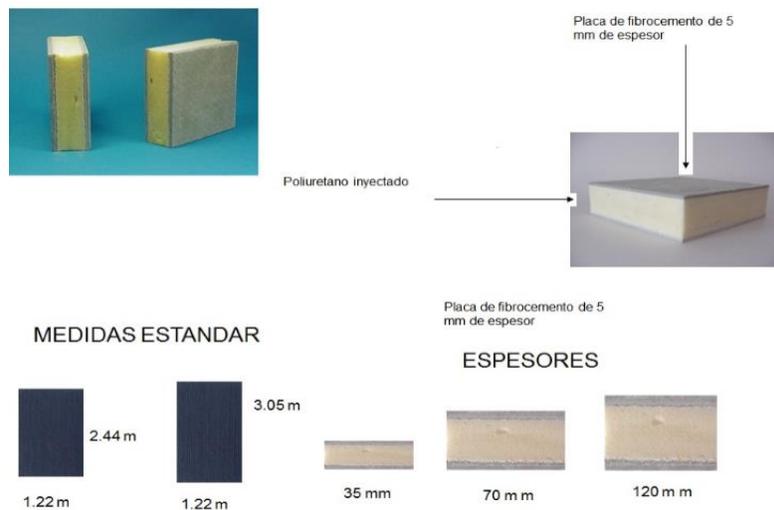


Ilustración 17 Componente panel, speedco.

Recuperado de: <https://prezi.com/kvznlypytsez/sistema-constructivo/>

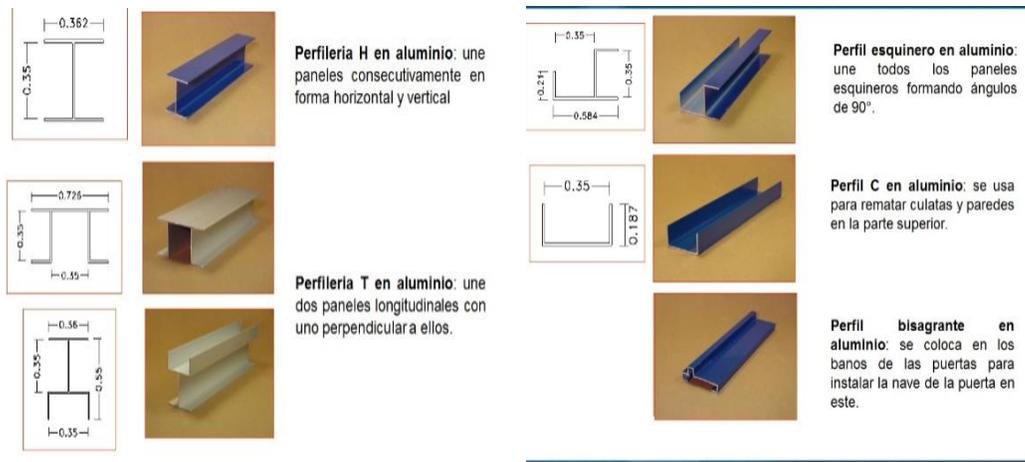


Ilustración 18 Perfileria, speedco.

Recuperado de: <https://prezi.com/kvznlvpytsez/sistema-constructivo/>

Inicio en Colombia: entre los 90 y año 2000

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Su capacidad en altura, por la capacidad portante de los materiales es de dos pisos y en este caso la estructura debe ser metálica, no permite construcciones en altura	En este tipo de construcción se levantan 35 m2 de papelería diaria incluyendo instalación y ventanera

Sistema Eternit

El sistema industrializado en seco o prefabricado ETERNIT, también conocido como sistema “drywall” tiene dos características fundamentales, que son las de ser un sistema liviano y seco que no requiere de mezclas de cemento con agua y arena, que utiliza láminas de fibrocemento y cintas para su unión, perfilería metálica para aprovechar el comportamiento de las láminas cuando trabajan a presión al construir los muros en disposición ortogonal en dos direcciones lo que genera una simetría en planta que evita torsiones en la edificación. La mano de obra debe ser capacitada por los proveedores y es factible cuando se realiza por un operador conocedor del sistema.

- Permite construcciones rápidas de vivienda
- Al ser un sistema liviano no genera demasiada carga a la estructura y no requiere de una cimentación profunda en la mayoría de sus casos
- Los acabados tienen gran durabilidad
- Permite diferentes tipos de acabado
- Para construir casa de dos pisos se requiere una perfiles metálica
- No permite construcciones de más de dos pisos
- El aislamiento térmico acústico requiere una doble lamina

Cimentación: la cimentación para este sistema por lo general es superficial dado a que es un sistema de construcción liviano, aunque se determina la cimentación con respecto a las recomendaciones del estudio de suelos y el diseño arquitectónico.

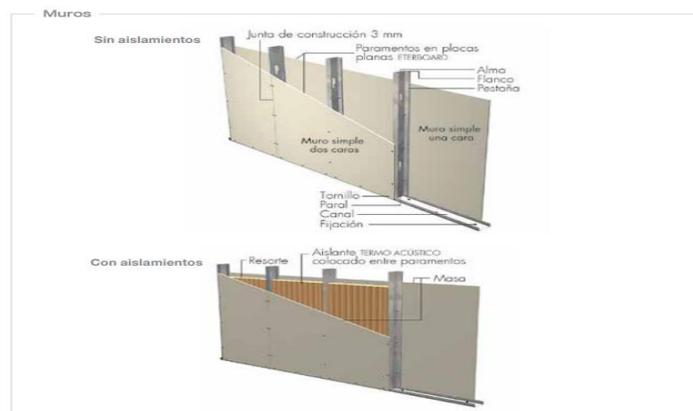


Ilustración 19 Proceso constructivo, Eternit.

Recuperado de: JKSAX/Pictures/CARTILLA+SISTEMA+CONSTRUCTIVO.pdf

Estructura: Está conformada por muros estructurales en fibrocemento, con perfiles en aluminio o metálica dependiendo del diseño arquitectónico o la altura de la edificación, y es necesario que la cubierta sea del mismo material para no generar sobre cargas en la estructura de la edificación. (S.A P. C.)

Materiales

Perfilería metálica, Masilla para juntas y uniones, Cintas, Tornillos y chazos

Ficha técnica

Espesor mm	Formato mm	Peso kg/un	Usos recomendados / descripción
4	1214 x 605	4.38	Cielos rasos suspendidos y cielos rasos clavados.
4	1220 x 1220	8.87	Cielos rasos suspendidos y tableros para muebles y puertas.
6	2440 x 1220	26.61	Cielos rasos a junta continua, muros curvos.
8	2440 x 1220	35.48	Muros interiores, aleros, cielos rasos a junta continua, casetas sanitarias, ductos, formaletas.
10	2440 x 1220	44.35	Fachadas, bases para techos de alta pendiente, mesones, estanterías.
11	2440 x 1220	48.79	Fachadas, bases para techos de alta pendiente, mesones, estanterías.
14	2440 x 1220	62.10	Fachadas, entrepisos, bases para techos de baja pendiente, mesones, estanterías.
17	2440 x 1220	75.40	Entrepisos, estanterías, mesones.
20	2440 x 1220	88.71	Entrepisos, estanterías, mesones.

Los procesos de elaboración de los productos ETERNIT están certificados bajo las normas ISO 9001 Sistema de gestión de la calidad, ISO 14001 Sistema de gestión ambiental, OHSAS 18001 Sistema de gestión en Seguridad y Salud Ocupacional; además de ello la compañía cuenta con certificación BASC Sistema de Gestión en Control y Seguridad.

Nota: Los pesos pueden variar $\pm 10\%$ de acuerdo con la humedad del producto.



Ilustración 20 Ficha técnica de los módulos, Eternit.

Recuperado de: (PDF): <https://www.coval.com.co/pdfs/manuales/eternit%20cartilla%20eterboard.pdf>

En Colombia se usó por primera vez durante los ochenta, posteriormente a mediados de los noventa tomó una importancia relativa y en la última década su uso se ha masificado convirtiéndose en uno de los sistemas constructivos más prometedores y favorables para cualquier tipo de edificación.

El sistema prefabricado Eternit, es rápido y fácil de construir. (S.A P. C.) Su proceso de ensamble de paneles no requiere de experiencia, además de que el proveedor realiza la capacitación para ello, pero al ser un sistema de construcción liviana que no permite pisos en altura.

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Eternit al ser un sistema liviano con elementos prefabricados no permite construcciones mayores a dos pisos	Eficiencia constructiva, disminuye tiempo de acuerdo con el diseño arquitectónico

Sistema 3D panel

El sistema constructivo 3D PANEL está conformado por paneles de poliestireno expandido auto extingible con una malla de acero electro soldadas en ambas caras del panel, con un espaciamiento aproximado de 5 a 10 cms dependiendo del diseño estructural y arquitectónico.

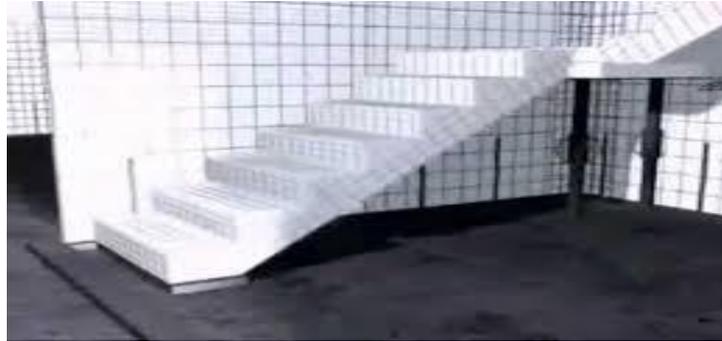


Ilustración 21 Refuerzo escalera, 3D panel.

Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Hn6npfrJFEA>

Las dos mallas se entrelazan con un alambrión o acero negro galvanizado en forma diagonal a través del panel para obtener un elemento rígido y ligero con gran capacidad estructural y alta resistencia térmica y aislamiento acústico. Los paneles son apuntalados para permitir el lanzamiento del mortero de cemento el cual se lanza en una cara y después la otra. Los paneles se cortan con las formas determinadas para abrir lugar a las instalaciones como tuberías, puertas y ventanas.

- Este sistema permite combinarse con otros sistemas constructivos
- Permite el empleo de mano de obra no calificada
- Es un sistema liviano y su ligereza reduce las cargas muertas en muros 30% y en losas y 50 % en muros en comparación con otros sistemas

- Su integridad estructural le da una resistencia frente a huracanes y sismos
- Ahorro en tiempo y en mano de obra y se considera un sistema amistoso con el medio ambiente
- Buen comportamiento termo-acústico
- No permite construcciones en altura
- El transporte de los paneles genera sobre costos
- El personal debe ser previamente capacitado
- Si no se tiene un control adecuado de la aplicación del concreto puede haber desperdicios.

Cimentación: La cimentación puede ser superficial con zapatas aisladas o corridas en donde se amarra el panel con acero de refuerzo #3

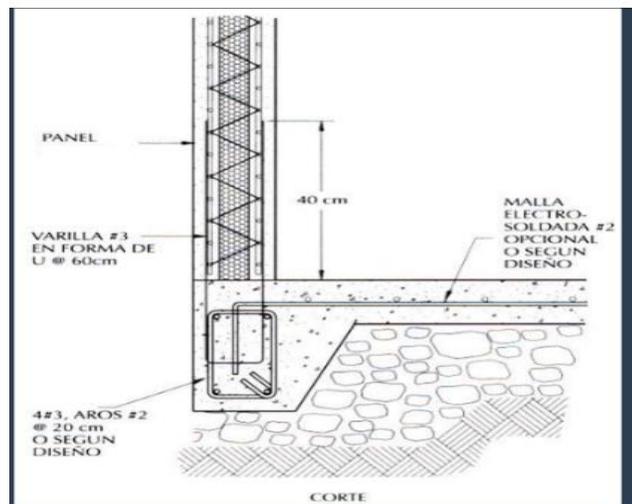


Ilustración 22 Refuerzo cimentación, 3D panel.

Recuperado de: <https://prezi.com/egceq5lr08f/3d-panel/>

Estructura: La estructura está conformada por la unión de los paneles y las mallas electro soldadas que son las que se encargan de transmitir las cargas. La malla debe ir en ambas caras de los paneles debe ir amarrado con grapas o alambre recocido y para las uniones, ventajas y puertas se necesitan mallas de 30 cm para garantizar la resistencia en las esquinas y pórticos.

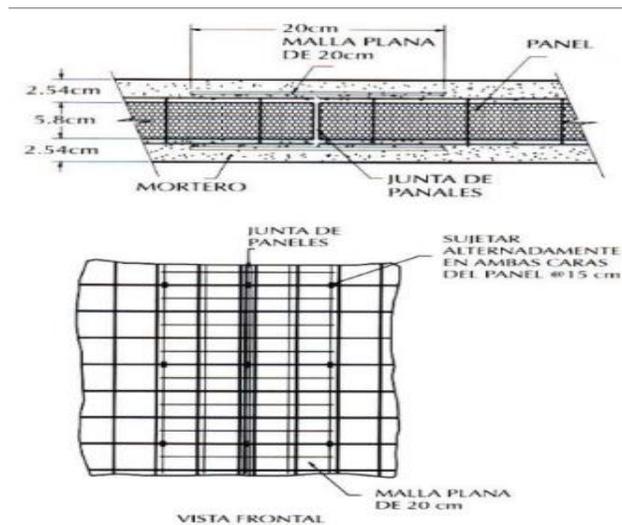


Ilustración 23 Refuerzo entre piso, 3D panel.

Recuperado de: <https://prezi.com/egceq5lr08f3d-panel/>

Características del sistema y dimensiones: Un panel estándar es de 2.2 x 3.5 x 0.10 metros y no pesa más de 20 kg, fácilmente puede ser cargado por una persona

- Malla electro soldada de acero galvanizado con alambre de acero 2mm a 5 x 10cm
- Poliestireno expandido auto extingible densidad 15 kg/m³
- Espesor de panel de 5 a 7.5 cm
- Largo del panel 3m
- Espesor de aislamiento de 5cm a 7.5cm
- Espesor total más revoque de 13.5 a 15 cm

Este sistema nace a finales del siglo 19 y principios del siglo 20 en Alemania

El sistema 3d panel, es un sistema ligero y rápido de construcción, además de su rigidez, debido a su material y malla que los rodea, se establece una unión con los materiales a través del concreto lanzado.

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
El sistema por si solo no permite construcciones en altura. El sistema permite combinaciones con otros sistemas lo cual le podría proporcionar una capacidad de construcción en altura.	Generalmente el sistema se maneja para construcciones de dos pisos, por ende, el tiempo de ejecución es corto

Sistema Plycem

Este sistema está conformado por una estructura de perfiles livianos de acero formados en frio y unidos entre sí, a los cuales se fijan las láminas plycem de fibrocemento, estas laminas son fabricadas con una mezcla de portland reforzado con fibras celulosas mineralizadas, completamente libre de asbesto. Este sistema ofrece dos soluciones estructurales; la primera es el sistema PLYCEM 1000 que apoya en las láminas las cuales trabajan estructuralmente sin necesidad de una estructura metálica, el segundo sistema plycem 2000 apoya su estructura en perfiles metálicos y está diseñado para ser auto portante.

- Ofrece una gran rapidez en construcción, ya que los procesos y productos se realizan con semi acabados y el trabajo que se debe hacer en obra es menor
- Es un sistema liviano por lo que genera menos cargas a la estructura
- Tiene gran durabilidad y no es toxico
- Puede ser cortado lijado y perforado y es resistente a la humedad
- Excelente aislante acústico, eléctrico y térmico
- Es un sistema de rápida instalación.

- Las láminas deben ser importadas desde otro país, lo que implica mayores costos en transporte
- Tema sistema requiere productos complementarios con base en acrílicos lo que incrementa su costo

Cimentación: es determinada por el estudio de suelo, aunque por ser un sistema de construcción liviana se pueden usar cimentaciones superficiales incluso cimentación ciclópea dependiendo del diseño estructural

Estructura: la estructura esta soportada sobre las láminas de fibrocemento, con perfilería metálica (perfil paral, perfil canal y omega). Las láminas van ancladas a los perfiles con tronillos especiales metálicos con una longitud mínima de 1 “

Materiales:

- Parales o perfilería metálica
- Tornillos de acero de 1 “
- Láminas de fibrocemento
- Aislante termo acústico

Dimensiones:



Lámina Tablilla

Lámina con relieve en textura acabado de madera y lisa

Usos

- Paredes exteriores
- Paredes interiores
- Bases de techo

Se pueden pintar o entintar para un acabado mas natural de madera

Presentaciones:

- 1,22 x 2,44
- 1,22 x 2,72
- 1,22 x 3,05

En 8, 11 y 14mm

Plycem

Ilustración 24 Dimensiones Laminas plycem, plycem.

Recuperado de: <https://es.slideshare.net/CONSTRUTEK/plycem>

Inicio y llegada a Colombia: Este sistema nace con la empresa Plycem antigua Ricalit la cual fue fundada en costa rica en el año 1964 donde tiempo después se convierte en una de las empresas más importantes de construcción liviana con fibrocemento.

Este sistema maneja un excelente confort, acústico y térmico con unos excelentes acabados. Al ser un sistema no propio del país presenta una desventaja con respecto a su aplicación, debido a que las partes debes ser exportada de otro país. Es rápido y fácil de construir o de ejecuta en sus procesos de armado, pero al no permitir construcciones de más de dos pisos, se convierte en una desventaja para construcción de vivienda multifamiliar.

Capacidad M2 (Altura)	Tiempo de construcción
Pycem permite construir hasta dos pisos debido a su capacidad y diseño no permite construcciones en altura	Promedio tiempo construcción de dos pisos.

Sistema Royalco (sistema 100% prefabricado)

El sistema Royalco o Royal Bulding System se conforma por procesos 100 % industrializados debido a la producción de paneles de diferentes secciones, de acuerdo con (Saenz, 2011)l los paneles son ensamblados por medio de machimbres para conformar los muros exteriores e interiores. Estos muros son rellenos con concreto estructural y de manera política en todos los muros. Este sistema es uno de los más limpios en obra, debido a que todas sus partes ya vienen de fábrica y no es necesario modificar ninguna de estas, tanto los paneles como los marcos de puertas y ventanas incluyendo acabados, por tal razón es un sistema rápido, económico y amigable con el ambiente, ya que sus paneles en pvc pueden

ser reciclado y reutilizados. Este sistema permite construcciones en altura, como lo indica una de sus fichas ROYAL proceso constructivo ficha 23-2011 pág. 1-5

Material de los paneles: Es artificial, obtenido a partir de dos recursos naturales, uno renovable y de bajo costo como es la sal común o cloruro de sodio (57%) y otro no renovable como es el petróleo (43%).

2. PVC (Policloruro de Vinilo)

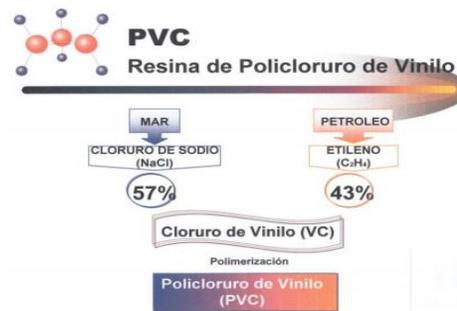


Ilustración 25 Material sistema royalco, Royalco.

Recuperado de <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2011/06/pc3-ficha-23-sistema-royal-building.pdf>

Cimentación: la cimentación es correspondiente a los cálculos estructurales y estudios de suelos, que aun por ser una construcción liviana dependiendo del terreno se puede establecer una cimentación corrida



Ilustración 26 Arranques, sistema royalco.

Recuperado de http://vedeco.com.co/pdf/Sistema_Constructivo_Rbs_sp.pdf

Estructura: los paneles en PVC van ensamblados con refuerzo en la cimentación, los conectores que se encargan de hacer la unión monolítica de los muros les da la rigidez además de que después del ensamble se empieza con el hormigonado en el PVC dándole la capacidad estructural más de 5 pisos.

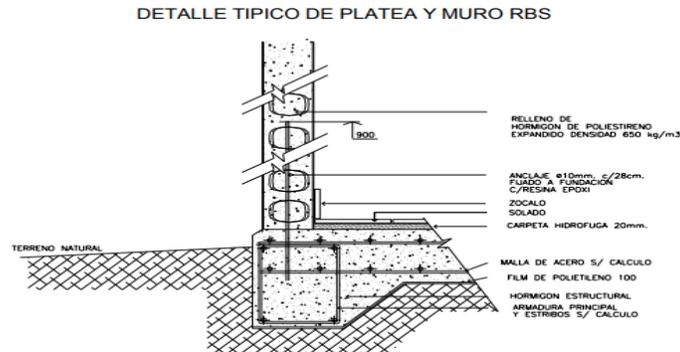


Ilustración 27 Detalle cimentación, sistema royalco.

Recuperado de: <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2011/06/pc3-ficha-23-sistema-royal-building.pdf>

Anclajes de muros: Se debe marcar la posición exacta de las barras, y realizar las perforaciones indicadas en las especificaciones. Es muy importante la exactitud en las medidas, ya que los muros vienen diseñados para encajar entre sí al igual que los conectores y cualquier desvío afectaría el ensamble entre ellos.

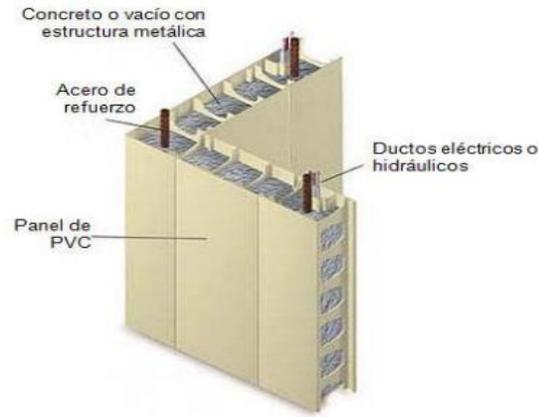


Ilustración 28 Muros, royalco.

Recuperado de: <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2011/06/pc3-ficha-23-sistema-royal-building.pdf>

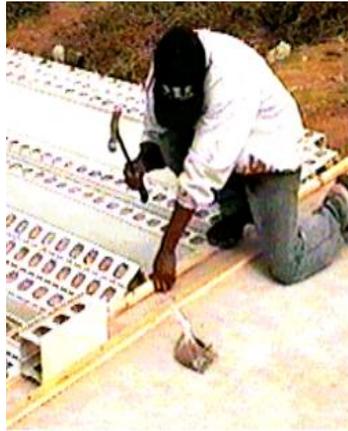


Ilustración 29 Refuerzo muros, royalco.

Recuperado de: <https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2011/06/pc3-ficha-23-sistema-royal-building.pdf>

Para montajes de muros es necesario emplear cuadrillas de 3 o 4 personas, dependiendo del tamaño de la edificación y la cantidad de equipos a utilizar. El esquema muestra la ubicación de cada pieza y el de marcos, para ubicar los dinteles y antepechos correspondientes a cada abertura como se indica en la ficha 23 Royalco- Sistemas Constructivos (2011) pág. 27

Royalco al ser un sistema limpio maneja piezas y paneles desde fábrica para instalación. Se considera un sistema más completo, con una construcción limpia y rápida, ligado a los conceptos de industrialización. Es un sistema óptimo que permite construcciones en altura, lo que lo hace una opción eficiente para la solución de vivienda multifamiliar, este sistema se ha empleado en México, con muy buenos resultados, y se puede emplear en Bogotá como una opción para solucionar el déficit de vivienda.

Toma de datos

Para llevar a cabo la recopilación de datos sobre industrialización, fue necesario describir de acuerdo con unos capítulos de obra, los procesos constructivos de los sistemas “industrializados” de tal manera que se desarrolló la descripción de cimentación, estructura, envolventes y cubierta categorizando los sistemas tanto abiertos como cerrados.

Es importante resaltar estos sistemas ya que de acuerdo con esta información se desarrolló el proceso informativo sobre industrialización. Los sistemas constructivos mencionados varían constructivamente por su material constructivo ya sea por el uso de métodos industrializados, que reduzcan tiempo en obra como muros en formaletas fundidos en situ o muros prefabricados preparados en fábrica o in situ.

Esta investigación se llevó a cabo para determinar que los sistemas cerrados como, contech, efco, outinord, metalex, forsa, y formesan se adaptan a cualquier diseño arquitectónico, pero por su proceso no es posible hacer modificaciones, porque para determinar la modulación de la formaleta se necesita un diseño claro de la obra, sin embargo, no son sistemas limpios, debido a la rotación diaria de formaleta que genera desperdicios y escombros. El tipo de proceso que utilizan muchos de estos, son procedimientos repetitivos, los cuales serían óptimos para producción en serie de vivienda, pero no son considerados como sistemas completamente industrializados.

Los sistemas abiertos investigados con sus procesos constructivos son Eternit, Plycem, Speedco, y 3d panel, los cuales presentan una gran ventaja con respecto a modificaciones en obra, es decir manejan una construcción limpia en algunos procesos. Además de ser una construcción liviana y rápida de ejecutar. Algunos de estos sistemas prefabricados, son

preparados un situ con algunos elementos de fábrica, teniendo presente que algunos de estos prefabricados manejan un sistema de acabado.

Una desventaja que se puede ver con claridad es que, en la mayoría de estos sistemas prefabricados, hay una limitante, no permiten construir en altura por si solos, necesitan de una estructura mejorada o de otro sistema constructivo para desarrollar una construcción en altura. Analizando la información de cada sistema, de acuerdo con los parámetros de industrialización, son sistemas que en algunos procesos constructivos manejan un cierto grado de industrialización por la prefabricación liviana del producto, por ende, son sistemas considerados semi industrializados. Sin embargo, se encontró dentro de la información que el sistema Royalco, maneja dentro de su proceso constructivo parámetros de industrialización, es decir, maneja un grado mínimo de mano de obra, por la prefabricación de cada elemento tanto en estructura como en acabados, por ende, estos sistemas no generan desperdicio, es considerado un sistema limpio con producción en serie traído de fábrica.

Estudio de Caso

Toma de datos obra “Castilla imperial”



formesan: Esta obra está ubicada entre biblioteca Tintal y la Cali. Se compone de torres de vivienda multifamiliar. Para esta obra se usó Formesan, un sistema industrializados con formaletas de aluminio mano portables, que permiten fundir monolíticamente muros con losas de entrepiso, y una rápida rotación debido al concreto acelerado que se emplea para realizar dos viviendas diarias.

Ilustración 30 Estructura, formesan Tomada en obra.

sistema constructivo de formesan consiste en:

Cimentación: la cimentación es profunda con pilotes pre excavados. El ingeniero de suelos determino esta cimentación para construir sobre el suelo portante como lo indica y exige la norma sismo resistente.

Estructura: la estructura está compuesta por muros estructurales fundidos in situ. Los muros y las losas se funden monolíticamente para darle rigidez a la estructura.



Ilustración 31 Refuerzo esquinas de los muros

Tomada en obra



Ilustración 32 Muros fundidos

Tomada en obra

Muros divisorios : Algunos muros divisorios son en mamposteria, la mayoría son en sistema formesan.

Entrepiso: Para llevar a cabo el entrepiso de 10cm , se realizo la modulaci3n de camillas, se colocaron los alineadores en los bordes, se adecuo la malla de refuerzo y se dejaron listas las instalaciones para darle inicio a cada fundida.



Ilustraci3n 33 Procedimientos, entrepiso. Foto

tomada en obra

Tecnologias reducci3n mano de obra:

Maquinaria y equipos, Para llevar a cabo la construcci3n del sistema de utilizo Formaletas de 10, 20, 30 y 40 para su respectiva modulaci3n y una torre grua para transportar la formaleta de un lugar a otro , tambien fue necesario para la bomba estacionaria. Esto se califica 4/5

Para la mano de obra requerida en el sistema formesan no se necesit3 de un mucho personal requerido para instalar la formaleta, el personal no supero las cuatro personas, y a medida que iba subiendo la obra se empez3 a utilizar grúas. Esto se califica en un 4/5

Mecanizaci3n de proceso para la construcci3n en serie :

Las formaletas formesan tienen un diseño que permite la rotaci3n diaria al instalar y retirar las formaletas sin necesidad de separar todas las partes es por eso que se califica 2,5/3,3

El ensamble de las formaletas va directamente relacionado con los mismos accesorios de lo que compone el armado de la formaleta, es por ello que se califica 1/3,3

Para la producción de vivienda el sistema permite solo dos unidades de vivienda por día, sin embargo, los envolventes y fachadas son en sistemas de construcción convencionales, lo cual termina perdiendo rapidez y mecanización en su proceso constructivo. Esto se califica 2/3,3



Ilustración 34 Accesorios de formaleta

Tomada en obra

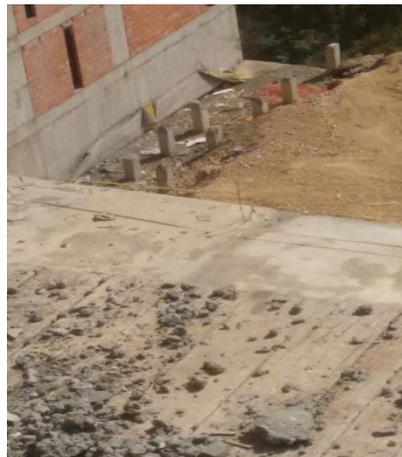


Ilustración 35 Arranques pilotes hincados, desperdicio y escombros

Tomada en obra

Construcción limpia:

En esta obra su porcentaje de desperdicios es alto, debido que al fundir los elementos estructurales se generaron escombros en el descapote de pilotes y en la modificación de elementos ya terminados de obra. Su calificación por modificación es de 1/5 de construcción limpia según el

parámetro y su calificación por la cantidad de desperdicios y escombros que generaron sus procesos constructivos es de 1/5

Planta de construcción: este sistema al manejar su proceso de construcción in-situ no presenta prefabricación 0,0/5 o elementos prefabricados a excepción de los pilotes prefabricados, 3/5

Normalización:

De acuerdo con la simplificación, el sistema formesan, cumple con un montaje fácil, ya que cualquier persona puede instalar la formaleta, sin embargo, la cantidad de accesorios reduce la rapidez para conformación del sistema, implementando así, más componentes constructivos. Por ende, su calificación es de 1/5 El panel formesan de 4m cumple con lo establecido en la norma Icontec 927 dimensionamiento vertical, tanto en fachadas como en la conformación de algunos muros. Su calificación es de 4/5

Coordinación modular:

En la coordinación humana de acuerdo con lo que se establece en los parámetros, la obra formesan tiene áreas de movilidad específicamente moduladas al igual que los espacios interiores su calificación es de 2/3,3. En la coordinación Técnica, el sistema formesan no cumple, ya que al tener placas de entre piso de 10cm presenta, poco aislamiento acústico. 0,05/3,3. En la coordinación estética. Los espacios de los primeros tienen poca iluminación en los corredores, por su diseño tanto arquitectónico como constructivo. 0,05/3,3

Toma de datos obra “Capellanía central”



El proyecto se encuentra ubicado en la Cra. 87 #17-59, Bogotá, hoyuelos, son apartamentos de 12 pisos. El sistema se caracteriza por la prefabricación de muros, por ende, su nombre es I.C paneles, el cual tiene 14 m² por torres.

Cimentación: la cimentación es profunda con pilotes pre excavados. El ingeniero de suelos determino esta cimentación para construir sobre el suelo portante como lo indica y exige la norma sismo resistente.

Ilustración 36 Estructura I.c paneles

Tomada en obra

Estructura: Para la elaboración de muros portantes se prefabricaron en obra, se usaron unas formaletas para su prefabricado con uniones metálicas, lista para ensamblar

Muros divisorios, Los muros divisorios contienen el mismo proceso de prefabricación de los muros portantes, y para terminar la culminación de la estructura la fachada se llevó a cabo con mampostería estructural, debido a que el sistema funcionaba tipo túnel.

Tecnologías reducción M. O:

En la obra la estructura principal es soldada por ende necesita de maquinaria en la cual pueda transportarse los elementos y equipos de soldadura eléctrica 5/5 para su instalación se necesitó una torre grúa que transportara máximo 2TON, sin embargo, se necesitó de mano de obra para alinear e instalar en sitio. 5/5

Mecanización de procesos para la producción en serie:

Las rotaciones de los procesos constructivos de la obra en la estructura, muros divisorios, escalera, y cimentación se consideran mecanizados al ser elementos que se generan gran volumen en obra, sin embargo, la producción del entrepiso reduce la producción, su calificación es de 2,5/3,3

El ensamble de los elementos es principalmente en las uniones de los traslapes de muros prefabricadas, su calificación es de 2,5/3,3 La producción de vivienda es del 2,5/3,3

Construcción limpia: El sistema es eficiente por su prefabricación, Sin embargo, en otros elementos de que conforman la estructura se hicieron modificaciones 2/5 lo cual genero desperdicio y en escombros y también en el desencofrado de los muros 2/5

Planta de producción en la construcción:

La fabricación de los elementos eficiente porque se prefabrica el muro de concreto en un lugar de la obra, el cual se adaptó para muros portantes y muros divisorios. su calificación es de 4/5 Los algunos elementos fueron traídos de fábrica listos para su instalación 3/5



Ilustración 37 Muros prefabricados

Tomada en obra

Normalización:

De acuerdo con la simplificación la obra Ic paneles se evidencia una gran facilidad de su proceso y simplificación del mismo al tener muros prefabricados en concreto, lo cual género que sus medidas fueran estándar facilitando así, la instalación modulada de cada apartamento. Por ende, su calificación es de 4/5 y en cuanto al dimensionamiento modular y horizontal, no cumple con lo que se establece. 1/5

Coordinación modular:

La coordinación humana de esta obra no fue efectiva, tanto en las áreas de puertas, corredores etc. Para la conformación de este tipo de coordinación su calificación fue de 2,5/3,3 La coordinación técnica no fue eficiente, por no cumplir los parámetros termo acústicos en muros y placas de entrepiso, sin embargo, cumplen con una gran resistencia. Calificación de 1/3,3 la coordinación estética no es eficiente, debido a que los primeros corredores son oscuros, aparte de ello, el sistema no brinda un acabado. 0,05/3,3

Toma de datos obra “Victoria parque comercial residencial”



Se trata del plan de vivienda Victoria Parque Comercial y Residencial ubicado entre la calle 10ª y el Parque Tercer Milenio, sobre la troncal de la Caracas, en el epicentro de las dinámicas socioeconómicas urbanas de Bogotá. Una iniciativa que promueve la mezcla de actividades residenciales y comerciales consolidando los usos que, tradicionalmente, se han desarrollado en el sector, Esta construcción se encuentra llena de innovación con mezcla de usos donde 2 Sótanos, 3 Pisos de comercio, 9 Pisos de vivienda de interés prioritario.

Ilustración 38 Fachada principal victoria

Tomada en obra

El sistema constructivo de la obra consiste en:

Cimentación: Es una cimentación profunda con pilotes fundidos un situ, la cual trasmite los esfuerzos de las estructuras superiores a capas profundas del terreno dotadas de características portantes adecuadas. Debido a que su construcción fue in situ se realizó una perforación en el suelo, hasta encontrar terreno firme, y poder así, colocar el armado para fundir.

Estructura: Estructura sismo resistente metálica, en la cual partiendo de la cimentación se fundieron unos pilares metálicos desde el sótano hasta el piso



Ilustración 39 Estructura metálica

tomada en obra

Muros sobre la estructura metálica (Cerramiento):

Se realizó el uso de muros fibrit los cuales son fabricados con paneles de fibrocemento plástico reforzado. Estos muros son reforzados con varillas ancladas al panel mediante concreto fundido dentro de los orificios del mismo panel, aumentando su resistencia o conectándolo a la estructura adyacente, conformando estructuras monolíticas reforzadas. No requieren pañete solo se estuca y por su poco peso tiene un buen manejo en obra.

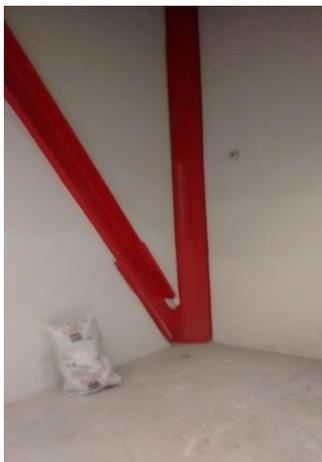


Ilustración 40 Muro fibrit

Tomada en obra

Muros divisorios (Dura panel)

Los muros divisorios del sistema se desarrollan a partir de la utilización de paneles de Poliestireno expandido y dos mallas de acero galvanizado. Es un Sistema Integral, Sismo Resistente, Económico, Rápido, Ligero y Aislante Termo-acústico.



Ilustración 41 Muro divisorio, dura panel

Tomada en obra

Las escaleras son prefabricadas a la medida de la obra, se almacenan en fábrica para la instalación directa.



Ilustración 42 Estructura escaleras

Tomada en obra

Envolventes (Acabado): Hunter Douglas



Ilustración 43 Envolvente Hunter Douglas

Tomada en obra

Tecnologías reducción M. O:

En la obra la estructura principal es soldada por ende necesita de maquinaria en la cual pueda transportarse los elementos y equipos de soldadura eléctrica 5/5 y los demás elementos solo necesitan de su instalación ya que, por su prefabricación, son livianos y contienen un acabado, lo cual quiere decir que la obra maneja un mínimo de mano de obra 4/5

Mecanización de procesos para la producción en serie:

Las rotaciones de los procesos constructivos de la obra se consideran mecanizados al ser elementos que se traen en gran volumen a obra listos para su instalación correspondiente, por ende, su calificación es de 3,3/3,33

El ensamble de los elementos es principalmente en las uniones de los traslapes de muros prefabricadas y uniones soldadas en la estructura metálica, su calificación es de 3,3/3,3. La producción de vivienda es del 3,3/3,33

Construcción limpia:

Los sistemas son altamente eficientes por su prefabricación, lo cual hace que no genere desperdicio ni escombros, sin embargo, en algunas partes del proyecto se hicieron modificaciones 2/5 en muros, lo cual genero desperdicio y en escombros 2/5.

Planta de producción en la construcción:

La fabricación de los elementos es alta y eficiente porque ya vienen listos con todos sus componentes tanto en muros de cerramiento, muros divisorios, y escaleras, sin embargo, la cimentación si es fundida in situ, por ende, su calificación es de 4/5 La mayoría de los elementos fueron traídos de fábrica listos para su instalación 4/5.

Normalización:

De acuerdo a la simplificación la obra victoria parque comercial y residencial, se evidencia una gran facilidad de su proceso y simplificación del mismo al tener muros prefabricados (fibrít y dura panel) lo cual genera que sus medidas sean estándar facilitando así, su instalación al modular tanto en la área residencial como comercial, sin dejar de lado la estructura metálica, el cual consistía en soldar las piezas , esto también ayudo a minimizar la dificultad del proceso de modulación y construcción para la producción en serie. Por ende, su calificación es de 5/5 y en cuanto al dimensionamiento modular y horizontal, cumple con lo que se establece al ser muros prefabricados, con un dimensionamiento de 4m su calificación es de 4/5

Coordinación modular:

La coordinación humana de esta obra fue muy efectiva, tanto en la movilidad en corredores como en lugares de transito humano, tanto en las áreas de puertas, ventanas etc. que conforman este tipo de coordinación su calificación fue de 3,3/3,3 La coordinación técnica es

muy eficiente ya que cumple los parámetros termo acústicos por los componentes de muros, estos también cumplen con una gran resistencia. Calificación de 2,5/3,3. La coordinación estética es muy eficiente porque dentro del componente de los muros vienen de fábrica pañetados, aparte la estructura brinda bastante claridad. 1/3,3

Caso estudio (Referente)-Royalco

Este sistema como se mencionó en el marco teórico página 45 funciona por medio de paneles seccionados, fácil de emplear y rápido. Royalco al traer todas sus partes de fábrica tanto muros PVC portantes como estructura hace que sea más eficiente la coordinación y la realización de procesos industrializados en una construcción en este caso relacionada con vivienda multifamiliar.

Tecnologías reducción M.O:

En el sistema Royalco la estructura está conformada por muros en PVC, los cuales llevan refuerzos en los orificios del panel, en donde se aplica en concreto. Estos muros se ensamblan con la cimentación con los conectores de acero y así mismo con las losas de entrepiso. Generalmente sus partes vienen de fábrica por lo que requiere un transporte a obra, necesita de elementos para su instalación su calificación es de 5/5 y al tener un material liviano en los muros y facilidad de instalación, sin contar que no necesita acabados, el personal requerido es mínimo por lo tanto su calificación es de 5/5

Mecanización de procesos para la producción en serie:

Este sistema maneja una mecanización alta, todas sus partes se traen de fábrica a obra listas para instalar, su proceso de montaje es repetitivo y en serie por lo tanto su calificación es de 3,3/3,3

El ensamble de los muros consiste en encajarlos uno a uno, ya que los paneles en PVC ya vienen con una sección de traslapo y al fundir los elementos los hace rígidos y monolíticos 5/5 La producción de vivienda sería muy eficiente 5/5

Construcción Limpia:

Como en Royalco todas sus partes son traídas en fabrica con la sección y las medidas exactas para ensamblar, al instalar los muros no genera desperdicios ni escombros, y en el momento de verter el concreto los mismos paneles de PVC Royalco tienen el espacio y orificio para colocar el concreto sin generar desperdicios, su calificación es de 5/5 los muros en PVC tienen unas medidas estándar y una que genera una facilidad de modulación y al realizar el proceso de construcción no necesita de modificaciones después de instalar el muro, ni en puertas ni ventanas por lo tanto su calificación es de 5/5

Planta de Producción:

Las partes para construir una vivienda con Royalco son prefabricadas, traídas desde fábrica para simplemente ensamblar las partes, a excepción de la cimentación que es realizada in-situ, su calificación es de 5/5 y por sus elementos traídos desde fábrica para solo instalar su calificación es de 5/5

Normalización:

La simplificación del proceso de modulación y construcción es evidente, no solo por las medidas estandarizadas de los paneles que permiten traer las piezas y formar los muros son necesidad de tener una experiencia en la realización del proceso, sino también en la forma que evita las modificaciones antes y después de terminada la obra, su calificación es de 5/5 y en

cuanto al dimensionamiento modular horizontal y vertical cumple con las especificación mínimas dadas por la norma Icontec 924 su calificación es de 5/5

Coordinación modular:

La coordinación humana es eficiente por que cumple con los dimensionamientos específicos desde fabrica en el propio sistema 3,3/3,3. Desde lo técnico, es un sistema termo acústico, resistente. 3,3/3,3 Y lo estético es excelente por el propio sistema royalco brinda los acabados dentro de la propia estructura, 3,3/3,3.

Análisis y discusión de resultados

Esta etapa de la investigación se analizó los parámetros que estableció Niño en su libro construcción actual (S.F, P3) estos se escogieron por su muy completa descripción de una construcción industrializada en cuanto a procesos antecesores como modulación simplificación de sistemas y predecesores como la realización de un edificio. Es importante aclarar que se necesitó buscar tres obras con un sistema constructivo diferente con el fin de evaluar el grado de industrialización.

VALORES	PARAMETROS	ITEMS DE EVALUACIÓN	CASTILLA IMPERIAL		%	CAPELLANÍA CENTRAL		%	VICTORIA PARQUE COMERCIAL RESIDENCIAL	%	ROYALCO SISTEMA PANELES PVC	%
10	TECNOLOGÍAS REDUCCIÓN M.O	MAQUINARIA Y EQUIPOS	5	4	8	5	7	5	9	5	10	
		M.O REQUERIDA	5	4		2		4		5		
10	MECANIZACIÓN DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN EN SERIE	ROTACION DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCION	3	2,5	5,5	2,5	7,5	3,3	9,9	3,3	9,9	
		EMSAMBLE DE ELEMENTOS	3	1		2,5		3,3		3,3		
		PRODUCCION DE VIVIENDA	3	2		2,5		3,3		3,3		
10	CONSTRUCCIÓN LIMPIA	ESCOMBROS	5	1	2	2	4	2	4	5	10	
		MODIFICACIONES	5	1		2		2		5		
10	PLANTA DE CONSTRUCCIÓN	PREFABRICACION DE ELEMENTOS	5	0	3	4	7	4	8	5	10	
		PRODUCCION EN PLANTA	5	3		3		4		5		
10	NORMALIZACIÓN	SIMPLIFICACION DE MONTAJE	5	1	5	4	8	5	9	5	10	
		DIMENSION VERTICAL Y HORIZONTAL	5	4		4		4		5		
10 60	COORDINACIÓN MODULAR	MAGNITUD HUMANA	3	2	2,1	2,5	3,55	3,3	6,8	3,3	9,9	
		MAGNITUD TECNICA	3	0,05		1		2,5		3,3		
		MAGNITUD ESTETICA	3	0,05		0,05		1		3,3		
100	GRADO DE INDUSTRIALIZACIÓN	TOTAL		43	25,60	62	37,05	78	46,7	100	59,8	

Conclusiones

Se concluye que, se necesita tener industrialización en los procesos constructivos para que estas edificaciones al finalizar y entregar no generen costo adicional en sus procesos, y pueda llegar a tener una suma calidad y eficiencia para las clases sociales de menos recursos.

De acuerdo con la información recopilada en el marco teórico, los sistemas “industrializados” como efco, metalex, forsa, Outinord, con-tech y Formesan, clasificados como (Sistemas cerrados) No contribuyen a los conceptos y parámetros de industrialización por su proceso constructivo.

Sistemas como: Eternit, Plycem, 3D panel, Royalco permiten modificaciones en sus procesos constructivos, son sistemas que si podrían garantizar cierto grado de industrialización.

Partiendo de estos sistemas, la obra seleccionada estudio de caso era el sistema formesan, un sistema que dentro de su calificación obtuvo un grado de industrialización de 43/100%, esto quiere decir que se determina como un sistema que utiliza métodos de industrialización. Es un sistema parcialmente industrializado.

I.C Paneles es un sistema prefabricado en varios componentes de su estructura, debido a que estos elementos son fabricados fuera de la obra, cumple con ciertos parámetros de industrialización, sin embargo, no cumple con ser una construcción eficiente y limpia por ende obtuvo una calificación 62/100%, grado de industrialización. Es una obra parcialmente industrializada, la cual maneja ciertos parámetros, pero no cumple en su totalidad.

El sistema combinado, tiene procesos constructivos muy eficientes ligados a la producción en serie y eficiencia en sus procedimientos. El utilizar sistemas clasificados en prefabricación abierta, brinda la capacidad de calificarse con un alto grado es industrialización,

sin embargo, al implementar modificaciones genero devaluarse frente a conceptos y parámetros de industrialización. El sistema constructivo, de esta edificación es considerado en Bogotá como uno de los sistemas con más procedimientos industrializados en vivienda. Su calificación según el grado de industrialización es de 78/100%, es un sistema semi industrializado.

Dentro de la información, sobre sistemas abiertos, se evidencio un sistema que proporciona un mismo material en estructura, envolvente, muros divisorios, acabados (PVC) de manera que muestra eficiencia y rapidez en su proceso constructivo, es decir que, si se implementara en una ciudad como Bogotá, brindaría una solución al déficit de vivienda. Es un sistema limpio, su calificación es de 100/100% Es un sistema completamente industrializado, por ende, sería el más óptimo para la construcción de vivienda en masa.

Se evidencio que dentro de las obras seleccionadas objeto de estudio, el sistema Formesan e I.C paneles manejan para la cimentación pilotes hincados, es decir prefabricados, teniendo en cuenta que su estructura no cumple con lo que se establece en los parámetros de industrialización, y en medio de la construcción del sistema combinado, un sistema con gran valor de industrialización, si tiene en su cimentación pilotes fundidos en sitio.

Anexos

I.C CONSTRUCTORA	
SISTEMA INDUSTRIALIZADO	Formesan- Castilla imperial
Imágenes	Sistema constructivo
 <p style="font-size: small;">fotografía tomada obra estudio</p>	SOPORTE
	<p>Sistema estructural- Formesan, formaleta económica 10,20,30,40-modulación cm 2,40 y 1,20 h Muros de 10-25 cm de espesor Se funden 2 apartamentos x Día Fundidos x Bomba estacionaria</p>
	<p>Cimentación Pilotes prefabricados Placa de transición con dados</p>
	PARTICIONES
	<p>Muros Divisorios Misma formaleta, proceso de alisamiento de muros Algunos en mampostería</p>
CAPACIDAD M2	MECANISMOS
<p>80M2 x apartamento</p> <p>10xpisox23pisos = 19.000M2</p>	<p>Escaleras Fundidas in situ Concreto igual que el de la estructura.</p>
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	ENVOLVENTES
<p>2 Años por etapa</p>	<p>Fachadas Mampostería-Bloque estructural 40% del resto es concreto con la formaleta</p>
CONCLUSIONES	
<p>Se concluye que la obra de constructora I.C con el sistema formasan no es un sistema limpio, sin embargo reduce tiempos de construcción por la serie de producción que brinda la instalación de formaletas, (Obra semi industrializada)</p>	

I.C CONSTRUCTORA	
SISTEMA INDUSTRIALIZADO	Paneles I.C.- Capellanía Central
Imágenes	Sistema constructivo
 <p style="text-align: center;">Fotografía tomada en obra</p>	SOPORTE
	<p style="text-align: center;">Sistema estructural</p> Paneles, se fabrican en obra si hay espacio Muros y placas prefabricadas Uniones soldadas Prefabricación de acuerdo al diseño No había desperdicio
	<p style="text-align: center;">Cimentación</p> Pilotes (prefabricados) Hincados Placa de transición fundida in situ
	PARTICIONES
	<p style="text-align: center;">Muros Divisorios</p> -Paneles (Prefabricados) ensamblados en obra
CAPACIDAD M2	MECANISMOS
14.000 m2	Escaleras (Prefabricadas por tramos) ensambladas en obra
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	ENVOLVENTES
2 AÑOS INICIO FIN	Fachadas Tipo túnel- mampostería estructural
CONCLUSIONES	
<p>Constructora I.C maneja su propia planta de producción para la prefabricación de muros, lo cual se considera como un sistema eficiente ya que el material se lleva a obra y allí se ensamblan para la conformación de muros estructurales, sin embargo al pesar ciertas toneladas la torre grúa pierde rendimiento y eso hace que no sea un sistema totalmente mecanizado considerante que las fachadas son en mampostería estructural, y sus acabados necesitan de diferentes procesos. No es un sistema limpio que sea totalmente eficiente para la obra. (Obra semi industrializada)</p>	

ESTADO: ALCALDIA DE BOGOTA	
SISTEMA INDUSTRIALIZADO	Deed asociados: Victoria parque comercial residencial
Imágenes	Sistema constructivo % industrializado
	SOPORTE
	Sistema estructural Sistema mixto, Estructura metálica -Hasta el tercer piso de fundieron columnas metálicas de concreto -Entrepiso: Steel deek Cimentación Pilotes fundidos
	PARTICIONES
	Muros Divisorios Primer piso en mampostería Dura panel para el edificio
CAPACIDAD M2	MECANISMOS
Primer y segundo piso hay una gran oferta comercial; en el segundo, equipamiento y siete pisos arriba, vivienda de interés prioritario.	Escaleras metálicas , con tramos de concreto prefabricados
TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	ENVOLVENTES
4 años Entrega 30 de noviembre	Muro prefabricado fibrit Sistema Hunter Douglast Miniwave https://www.hunterdouglas.com.co/ap/linea/fachadas/single-skin/oz-miniwave-hunterdouglas
CONCLUSIÓN	
Es un obra que maneja gran producción de prefabricación en obra	

Bibliografía

Asocreto. (2011). *Construcción de viviendas con sistemas industrializados de muros en concreto*.

Bogota: prited in colombia.

Cifuentes, M. (3 de Octubre de 2012). *Sistema constructivo Forsa*. Obtenido de Prezi:

https://prezi.com/1_car-g-kcww/sistema-constructivo-forsa/

construdata, R. e. (2010). Informe especial. *Estructuras con muros de concreto*, 40-41.

Metalex. (s.f.). *Metalex*. Obtenido de Otero: <http://www.metalex.com.co/encofrados/>

Niño, E. (s.f.). *Construcción Actual en Colombia*. Bogota: Universidad La Gran Colombia.

Noticreto. (Junio de 1995). Sistemas constructivos industrializados. *arquitectura en concreto*, págs.

36-37.

Ortiz, H. (14 de Septiembre de 2015). *Sistema Speedco*. Obtenido de Prezi :

<https://prezi.com/2m3lynr2ho4p/sistema-speedco/>

Pinzon, M. (11 de Febrero de 2015). *Sistema constructivo Con-tech*. Obtenido de Prezi:

https://prezi.com/uvszc_u1qsx6/sistema-constructivo-con-tech/

S.A, F. (2017). Obtenido de Recomendaciones: [https://www.forsa.com.co/solucion-](https://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/encofrados-en-aluminio-forsa-alum/)

[vivienda/encofrados-en-aluminio-forsa-alum/](https://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/encofrados-en-aluminio-forsa-alum/)

S.A, P. C. (s.f.). *Eternit*. Obtenido de Sistemas de construcción liviana :

<https://www.coval.com.co/pdfs/manuales/eternit%20cartilla%20eterboard.pdf>

Saenz, M. (2011). *Universidad nacional de la plata* . Obtenido de Procesos constructivos, sistema royal building.