

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO REFORZADO
DE VIVIENDA TIPO A UTILIZANDO
FOMALETA DE ALUMINIO

PABLO JOSÉ BROLO BARRIOS

Guatemala
2007

CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO REFORZADO
DE VIVIENDA TIPO A UTILIZANDO
FOMALETA DE ALUMINIO

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

CONSTRUCCIÓN EN CONCRETO REFORZADO
DE VIVIENDA TIPO A UTILIZANDO
FOMALETA DE ALUMINIO

Trabajo de Graduación presentado por Pablo José Brolo Barrios para
optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

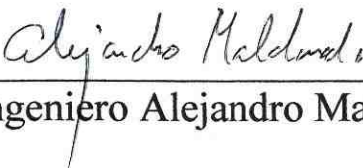
Guatemala
2007

BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA


Vo. Bo. :

(f) 
Ingeniero Luis Alberto Argueta

Tribunal Examinador

(f) 
Ingeniero Alejandro Maldonado

(f) 
Ingeniera Elsa G. Cabrera

(f) 
Ingeniero Luis Alberto Argueta

Fecha de aprobación: Guatemala 25 de mayo 2007

PREFACIO

La idea de esta investigación surgió debido a que el uso del sistema de construcción de formaleta de aluminio ha aumentado en Guatemala; siendo Encinos 6 de Cayalá el primer proyecto Tipo A que utilizó este sistema.

Este trabajo se limita a explicar el proceso de construcción en la obra gris utilizando formaleta de aluminio; sin considerar la fase de acabados y los aspectos estructurales.

El estudio en conjunto es un aporte orientado a todos los estudiantes de ingeniería, ingenieros, arquitectos y otros profesionales que se dediquen al campo de la construcción.

Agradezco al Ing. Luis Alberto Argueta, asesor de este trabajo de graduación, ya que con su paciencia y conocimiento me ayudó a su elaboración. Agradezco también a la Arq. Ana Isabel Gallardo, quien se tomó el tiempo necesario para resolver mis dudas con respecto a la utilización del sistema de construcción.

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| PREFACIO | v |
| LISTA DE ILUSTRACIONES | viii |
| RESUMEN | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. FORMALETA DE ALUMINIO | 2 |
| A. Accesorios y materiales de la formaleta | 6 |
| 1. Pasadores y cuñas | 6 |
| 2. Alineador | 7 |
| 3. Corbatas | 9 |
| 4. Sujetador deslizante | 10 |
| 5. Martillo de golpe | 11 |
| 6. Desencofrante | 11 |
| B. Mantenimiento de la formaleta | 12 |
| III. OPERACIÓN DE LA FORMALETA | 14 |
| IV. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CASAS EN PROYECTO "ENCINOS 6 DE CAYALÁ" | 15 |
| A. Generalidades | 15 |
| B. Secuencia del proceso constructivo | 16 |
| C. Proceso de construcción de la obra gris de las casas | 18 |
| 1. Colocación y nivelación de punteado de trazo | 18 |
| a. Referencia para el trazo de ejes | 19 |
| b. Trazo de zanjas de drenaje sanitario, pluvial y de agua potable | 19 |
| c. Trazo de muros | 19 |
| 2. Excavación para tubería | 19 |
| a. Drenaje sanitario y pluvial | 19 |
| b. Ductos eléctricos, instalaciones especiales y tuberías para gas | 20 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3. | Excavaciones para cimientos y zapatas | 20 |
| | a. Colocación de armadura en zapatas | 20 |
| | b. Colocación de armadura de cimiento corrido | 21 |
| 4. | Colocación de columnas y pines sobre cimentación | 22 |
| 5. | Colocación de tubería | 22 |
| | a. Drenaje sanitario y pluvial | 22 |
| | b. Agua potable | 24 |
| 6. | Compactación de tubería de drenaje sanitario, pluvial y agua potable | 24 |
| 7. | Instalaciones eléctricas | 25 |
| 8. | Instalaciones de tuberías de gas | 27 |
| 9. | Colocación de electromalla en losa de cimentación | 27 |
| 10. | Colocación de arrastres | 28 |
| 11. | Fundición de losa de cimentación | 28 |
| 12. | Muros | 29 |
| | a. Colocación de topes para formaleta | 30 |
| | b. Armaduras de refuerzo estructural | 30 |
| | c. Colocación de distanciadores | 30 |
| | d. Aplicación de desencofrante | 31 |
| | e. Montaje de muros | 32 |
| | f. Marcos de puertas y ventanas | 36 |
| | g. Alineación horizontal | 37 |
| 13. | Losas | 38 |
| | a. Colocación de electromalla | 42 |
| 14. | Fundición de muros y losa de entrepiso | 43 |
| 15. | Desencofrado de muros y losas | 44 |
| 16. | Curado | 45 |
| 17. | Resanes | 46 |
| V. | SECUENCIA DE FOTOGRAFÍAS | 49 |
| VI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 54 |
| VII. | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | 55 |
| VIII. | APÉNDICE | 54 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| Ilustración | | Página |
|-------------|--|--------|
| 1. | Sistema de formaleta para columnas y vigas | 2 |
| 2. | Sistema de formaleta para bardas | 3 |
| 3. | Sistema de formaleta para tanques | 3 |
| 4. | Sistema de formaleta para piscinas | 4 |
| 5. | Descripción de panel estándar | 5 |
| 6. | Pasador | 6 |
| 7. | Cuña recta y cuña curva | 6 |
| 8. | Pasadores y cuñas | 7 |
| 9. | Alineador de acero | 8 |
| 10. | Soporte de alineador de acero | 8 |
| 11. | Ménsula de soporte | 9 |
| 12. | Corbata rehusable | 10 |
| 13. | Sujetador deslizante | 10 |
| 14. | Martillo de golpe | 11 |
| 15. | Diagrama | 16 |
| 16. | Trazo y puenteado | 19 |
| 17. | Zanjeado | 20 |
| 18. | Zapata | 21 |
| 19. | Cimiento corrido | 22 |
| 20. | Esperas | 23 |
| 21. | Instalaciones de sanitarias y pluviales | 23 |
| 22. | Movimiento de bajada pluvial | 24 |
| 23. | Instalación eléctrica | 26 |
| 24. | Caja de especiales sin recubrimiento | 26 |
| 25. | Electromalla de losa cimentación | 27 |
| 26. | Fundición de losa cimentación | 29 |
| 27. | Electromalla para los muros | 30 |
| 28. | Distanciador | 31 |
| 29. | Inicio del muro | 32 |
| 30. | Esquinero | 33 |
| 31. | Pasadores y cuña | 34 |
| 32. | Corbatas | 35 |
| 33. | Formaleta de muros | 36 |
| 34. | Tensores | 37 |

| | | |
|-----|---|----|
| 35. | Alineadores | 37 |
| 36. | Cornisas | 38 |
| 37. | Formaleta de losa de esquinero | 39 |
| 38. | Formaleta de losa | 39 |
| 39. | Losa con cuñas | 40 |
| 40. | Vigas I | 40 |
| 41. | Puntales | 41 |
| 42. | Borde | 42 |
| 43. | Electromalla del entrepiso | 42 |
| 44. | Fundición | 43 |
| 45. | Desencofrado | 45 |
| 46. | Resanes | 47 |
| 47. | Resanes 2 | 47 |
| 48. | Muros y losa de la segunda fase N 1 | 49 |
| 49. | Electromalla del entrepiso segunda fase N 1 | 49 |
| 50. | Puntales y vigas I | 50 |
| 51. | Muros de la primera fase segundo nivel | 50 |
| 52. | Electromalla de la losa segundo nivel | 51 |
| 53. | Vigas I segundo nivel | 51 |
| 54. | Muros y losa de la segunda fase del segundo nivel | 52 |
| 55. | Muros y losa del ático | 52 |
| 56. | Casas en serie | 53 |

RESUMEN

Con el avance actual de la tecnología, hoy en día se cuenta con sistemas de construcción más desarrollados, que dan como resultado proyectos más rentables. La clave del éxito en esta competitiva industria es la productividad, obteniendo edificaciones de la manera más económica y en el menor tiempo posible.

Este trabajo de graduación se propone la utilización de la formaleta de aluminio como una alternativa de construcción para proyectos de vivienda en serie tipo A; presentando el proceso de construcción de las casas del proyecto "Encinos 6 de Cayalá".

Previo al desarrollo de la secuencia del proceso constructivo, es necesario identificar qué es este sistema, además de sus componentes y sus diferentes aplicaciones. Es también necesario ilustrar las características, especificaciones, requerimientos y beneficios en el uso de la formaleta de aluminio para la construcción de viviendas.

Finalmente se llega al análisis de las ventajas constructivas en el uso del molde en comparación con el método tradicional de construcción.

I. Introducción

La implementación de nuevos sistemas constructivos en Guatemala se ha ido desarrollando positivamente en los últimos años. La necesidad de lograr construcciones de alta calidad, a bajo costo y en el menor tiempo posible hace que la tecnología constructiva proponga nuevas y mejores alternativas.

Hoy en día, el reto de la industria de la construcción es el incorporarse de una manera más decidida a los procesos eficientes de la producción moderna. Esto implica un cambio radical del planteamiento con que este sector ha enfrentado sus exigencias profesionales. Los factores primordiales de la construcción como materiales, mano de obra y financiamiento tienen que ser del más alto rendimiento para que los proyectos de construcción sigan siendo rentables; más aún en la construcción de vivienda en serie donde los retos en cuanto a costos y tiempo son determinantes.

Actualmente se ve con mayor frecuencia la construcción de casas de concreto con molde (formaleta de aluminio), sobre todo en la construcción de vivienda en serie; ya que el mismo permite reducir los costos de mano de obra y aumentar la velocidad de construcción, dándole al constructor las herramientas para poder competir en el mercado.

En este trabajo de graduación, se presenta la implementación de este sistema constructivo, utilizando formaleta de la empresa Wall-Ties & Forms, Inc. en "Encinos 6 de Cayalá", ubicado en la zona 16 de la ciudad de Guatemala, un proyecto de vivienda en serie de 32 casas tipo A. Se pretende que este trabajo sea fuente de referencia para la utilización del molde o formaleta de aluminio en la construcción de casas en serie, y que contribuya a la implementación del mismo en todo tipo de proyecto de vivienda, de una manera adecuada y con los requerimientos necesarios para obtener los mejores resultados.

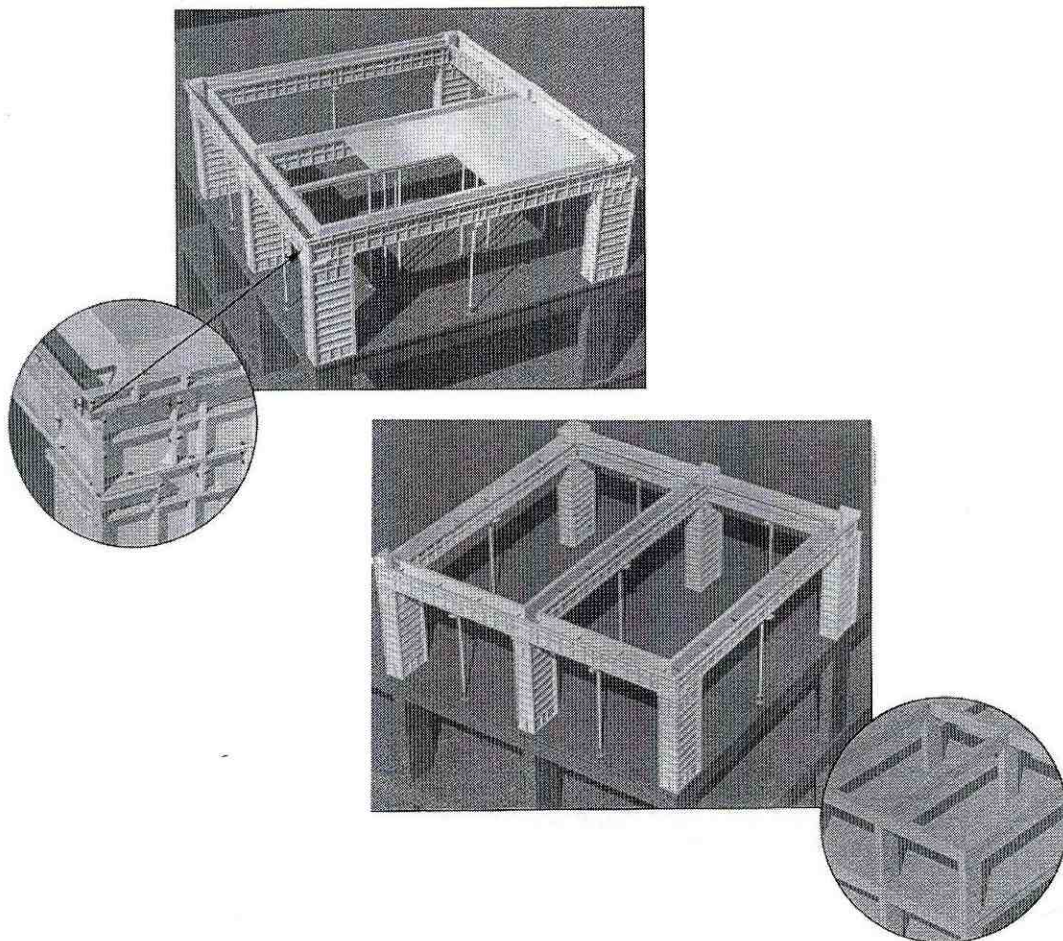
II. Formaleta de aluminio

La formaleta de aluminio es un sistema de paneles metálicos unidos por una serie de accesorios que ensamblados entre sí conforman moldes completos que encofran totalmente una vivienda, y permiten construirla en una sola fundición y con un reducido grupo de operarios. (Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.)

Los paneles pueden tener un ancho y un alto estándar que permiten trabajar en módulos, o bien pueden ser paneles especializados.

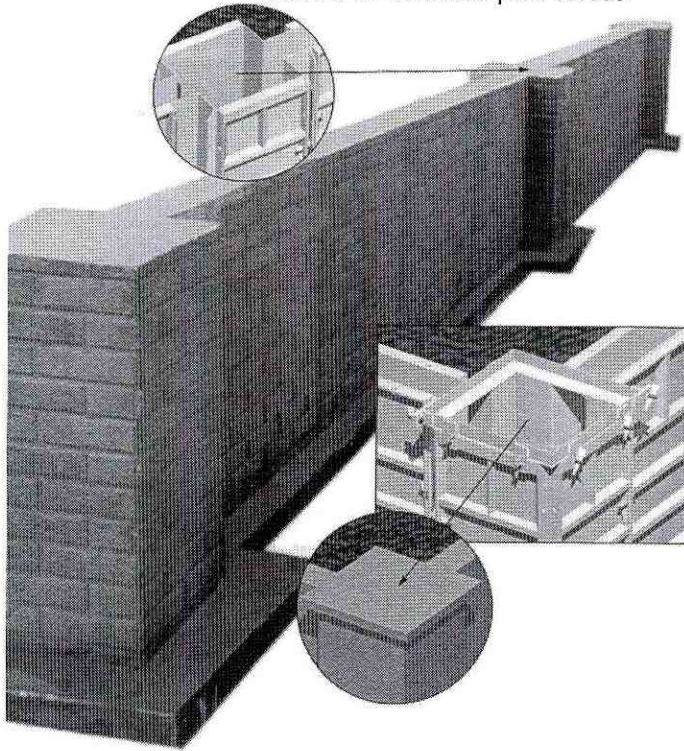
Este sistema se usa mayormente para la construcción de viviendas, sin embargo también tiene otras aplicaciones más comerciales como la edificación de piscinas, tanques, bardas. O aplicaciones en construcciones más complejas como sótanos, muros de corte y edificios (sistema de columnas y vigas).

Ilustración No. 1
Sistema de formaleta para columnas y vigas



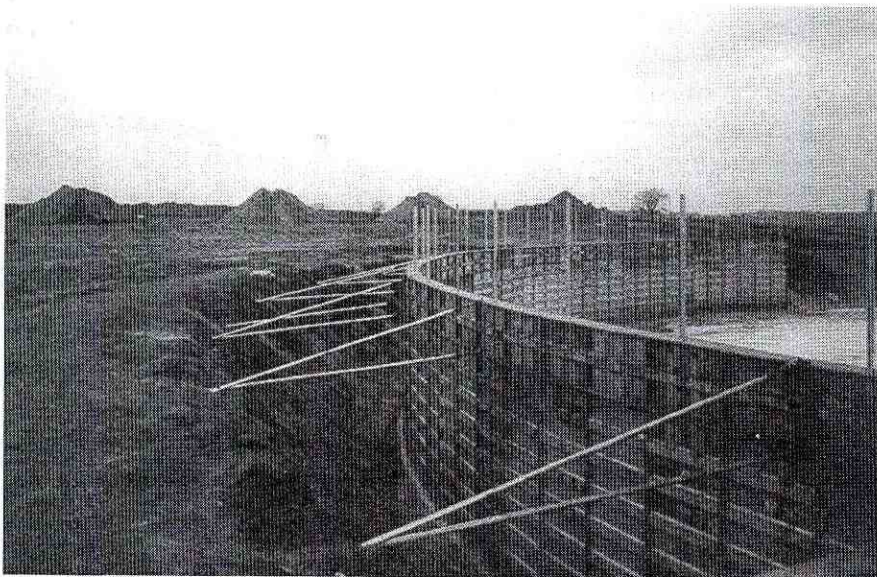
(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Ilustración No. 2
Sistema de formaleta para bardas



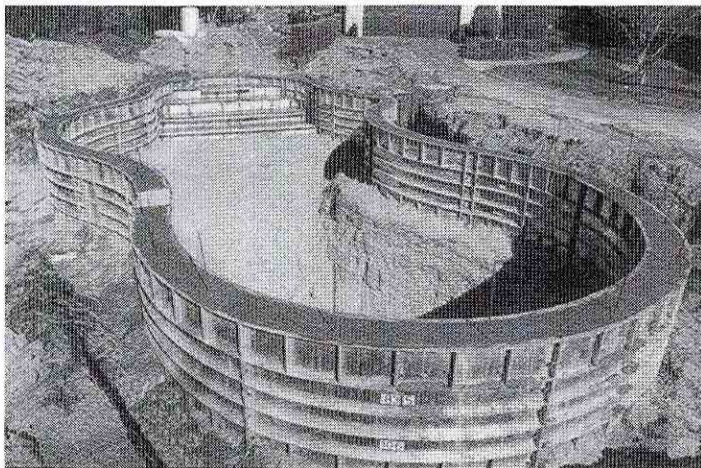
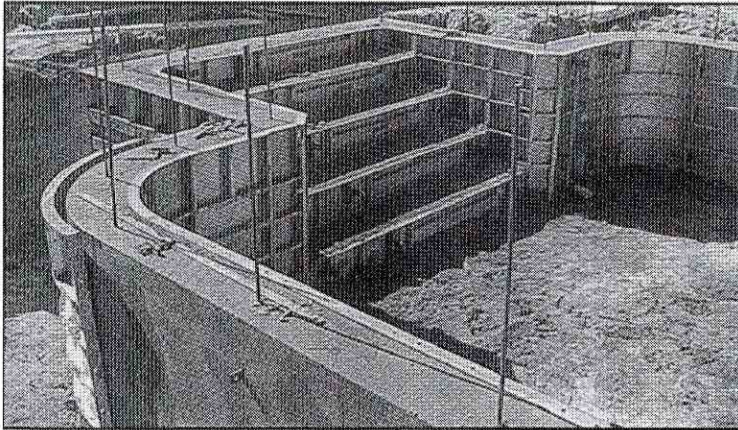
(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Ilustración No. 3
Sistema de formaleta para tanques



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Ilustración No. 4
Sistema de formaleta para piscinas



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Su mayor aplicación es en proyectos de construcción en serie. La utilización del molde en dichos proyectos radica en la necesidad de diluir el alto costo de la formaleta de aluminio en cierto número de unidades para encontrar la rentabilidad de su compra. (Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.)

Existen en el mercado variedad de empresas dedicadas tanto a la fabricación, como a la comercialización y distribución de este sistema constructivo, dándole al constructor diferentes opciones. Cada marca maneja diferente control de calidad, materiales y especificaciones para su producto, lo que define las características respectivas de cada tipo de formaleta. (Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.)

La Imagen No. 5 muestra las características y la descripción de cada una de las partes que conforman un panel estándar de la formaleta que se utilizó para la construcción del proyecto de "Encinos 6 de Cayalá."

Ilustración No. 5
Descripción de panel estándar

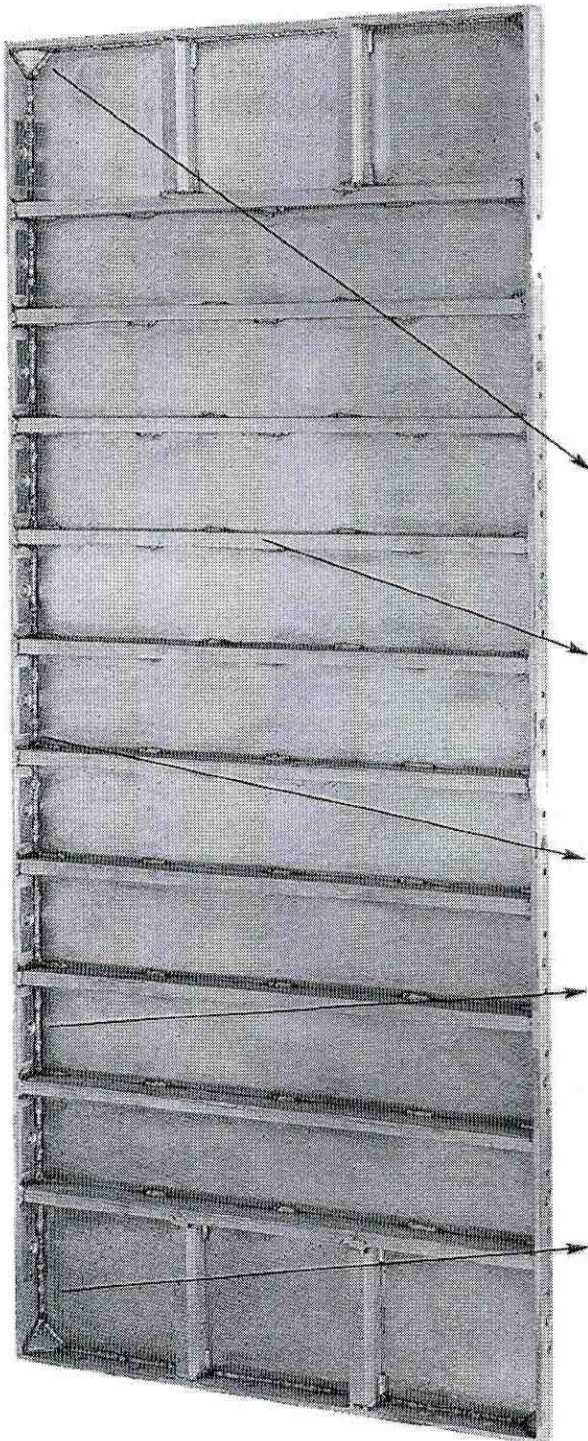


Lámina de contacto insertada:

- Protege los bordes de la lámina contra daños y desgastes.
- La ubicación de una línea continua de soldadura muy cerca del borde de la lámina permite obtener una penetración estructural superior.
- Incrementa la resistencia y la vida útil de la formaleta sin dejar marcas.
- Las esquinas son reforzadas con platinas especialmente soldadas.

Barras de refuerzos:

- Van soldadas en los costados y en los extremos agregando resistencia estructural y sellando posibles puntos de filtrados.
- Traen un aserrado de rugosidad que permite un mejor manejo y operación sin acumular concreto.
- Son de sección cerrada evitando que el concreto se pueda filtrar y acumular dentro de los mismos.

Perfil lateral:

- Perfil extruido de aluminio de alta resistencia que le asegura una larga vida útil al panel.
- Una doble línea de contacto en los perfiles facilita la alineación de los paneles.
- Líneas de rebaje para insertar la lámina al perfil aumentan la resistencia del panel.

Caquillo protector:

- Son de acero sólido templado con tratamiento anticorrosivo y van fijados a los perfiles con remaches de alta resistencia de acero sólido tratado de ¼".
- Con corona troquelada que facilita el montaje y desmontaje de las cuñas.
- Los remaches son allanados, nivelados al perfil para reducir la acumulación del concreto y facilitar la limpieza

Soldadura:

- Son líneas continuas en todo el perímetro incluyendo la parte superior de las barras de refuerzos.
- Los paneles grandes llevan soldadura robótica computarizada asegurando calidad y consistencia.
- Certificada con un programa de control de calidad

(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

A. Accesorios y materiales de la formaleta

- 1. Pasadores y cuñas.** El pasador es una pieza de sección circular y forma de cono truncado, con una ranura fabricada para recibir la cuña que ajusta y sujeta las piezas. Su base más gruesa está diseñada para calzar y mantenerse perfectamente en las perforaciones facilitando el proceso de montaje y desmontaje. Son fabricados con acero templado para garantizar su resistencia y durabilidad.

Ilustración No. 6
Pasador



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

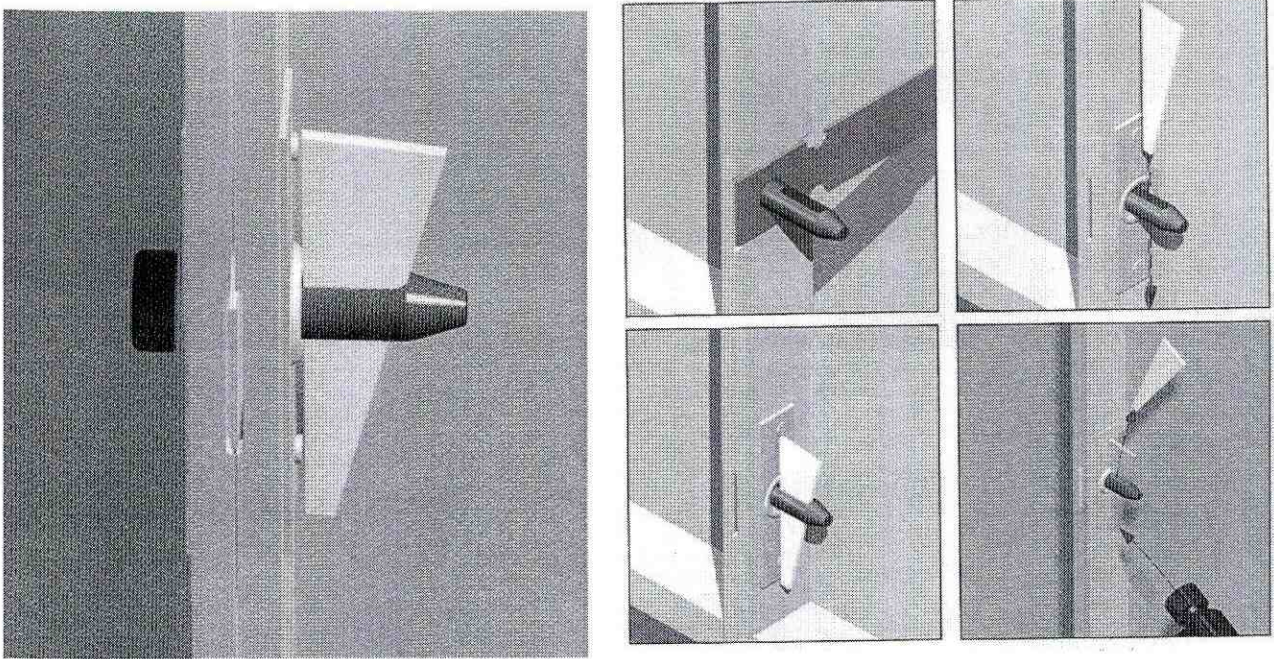
Las cuñas se utilizan para ajustar la unión de dos piezas de moldes, asegurando la posición correcta de separadores y paneles de formaleta. Hay cuñas rectas y cuñas curvas; la curvatura permite mayor facilidad de inserción y disminuye el riesgo de daño en la lámina de contacto.

Ilustración No. 7
Cuña recta y cuña curva



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Ilustración No. 8
Pasadores y cuñas



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

2. Alineador. El alineador se fija directamente a los paneles para alinear el muro y minimizar la necesidad de soportes adicionales.

Tradicionalmente los alineadores son de madera, pero el uso del alineador de aluminio se ha vuelto común debido a sus atractivas características de durabilidad y consistencia de medidas.

El alineador de acero ajustable está diseñado para ser utilizado con alineadores de aluminio y madera. En la mayoría de las construcciones residenciales, una línea de alineadores en la parte superior de los muros es suficiente para obtener buenos resultados.

Ilustración No. 9
Alineador de acero

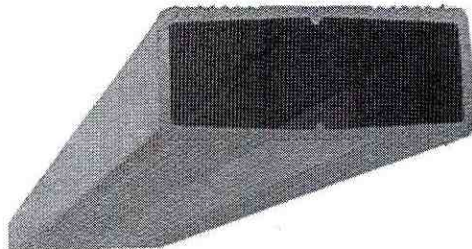
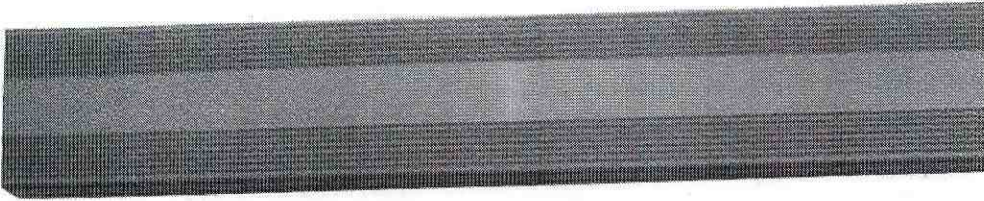
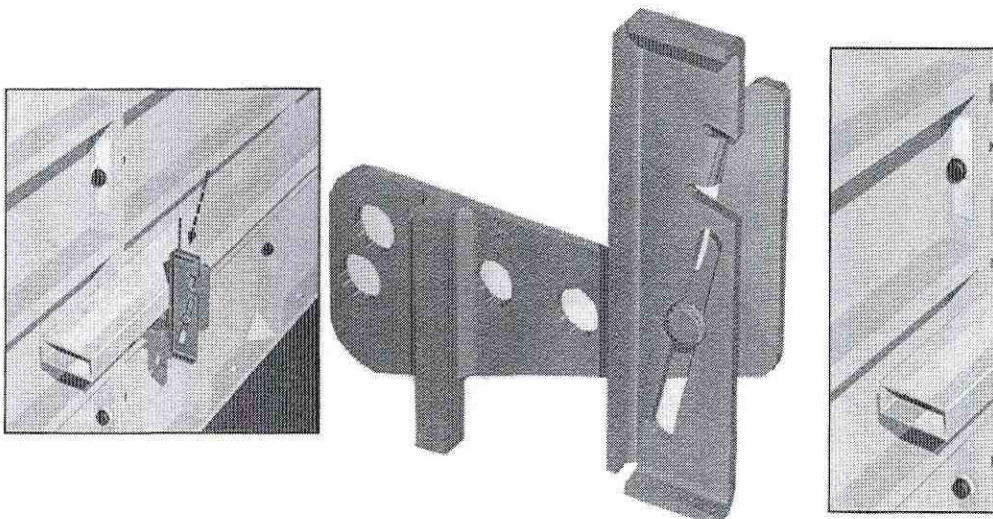


Ilustración No. 9
Alineador de acero



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Ilustración No. 10
Soporte de alineador de acero

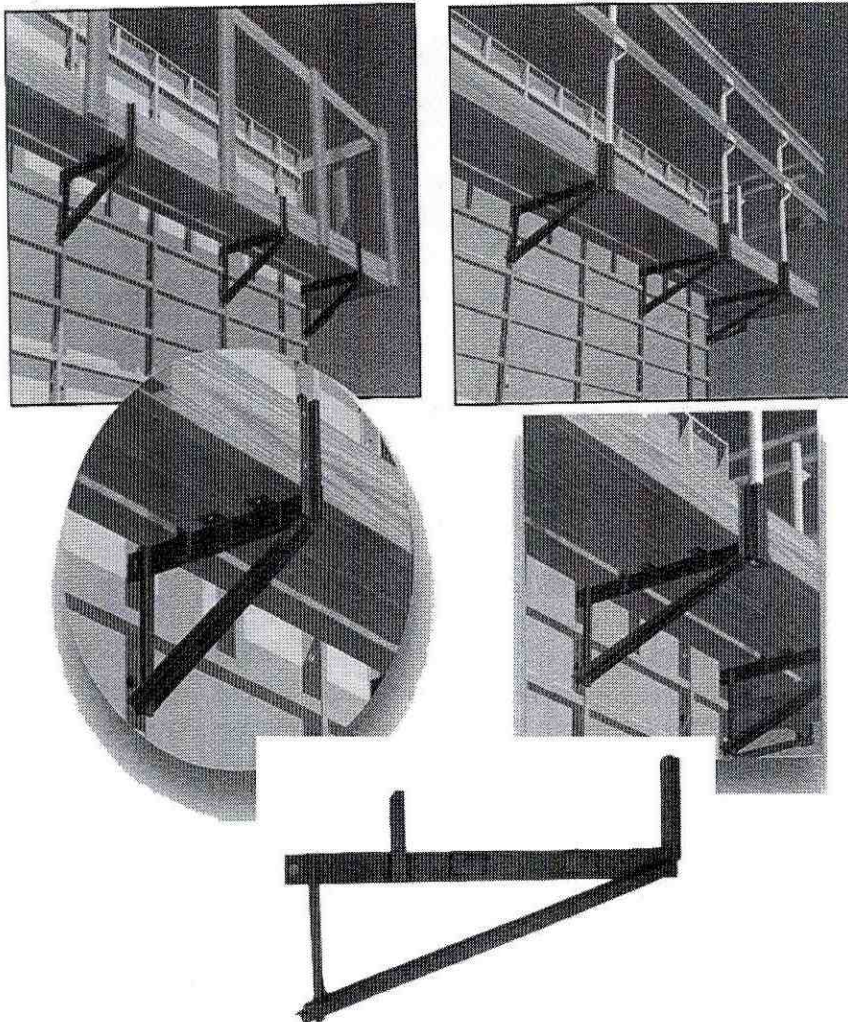


(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

Las ménsulas de soporte de alineadores van unidas y aseguradas directamente a los paneles reforzando el montaje de los muros y minimizando la necesidad de refuerzos adicionales. Son fabricadas de acero y pueden ser estándar o ajustables. Además vienen equipadas con baranda de seguridad a lo largo. Se colocan como un soporte especialmente diseñado para obtener una plataforma segura y que provee facilidad de trabajo.

Ilustración No. 11

Ménsula de soporte

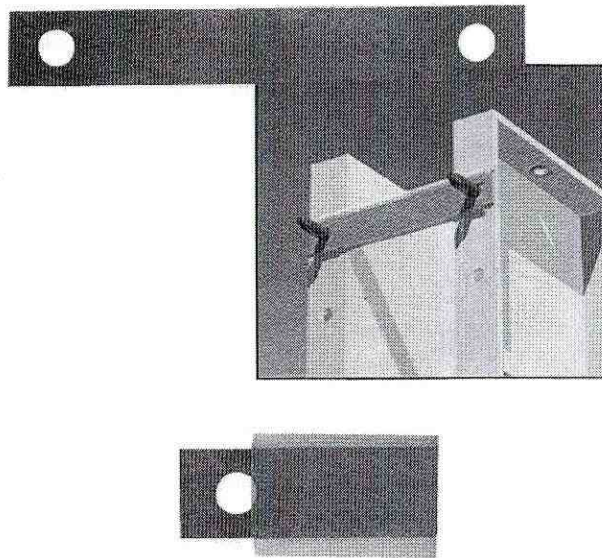


(Fuente: Catalogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

3. Corbatas. Las corbatas rehusables de acero son utilizadas como separadores y soporte de tapas y en los bordes superiores de paneles en posición horizontal. Su aplicación permite elevar uno de los lados para dar paso a la losa en fundiciones monolíticas. Su dimensión es variable, dependiendo del ancho del muro.

Las corbatas están diseñadas sin muescas de ruptura ni cavidades de barras de acero para ser removibles del muro y rehusados. Estos separadores son utilizados con una funda que facilita su remoción.

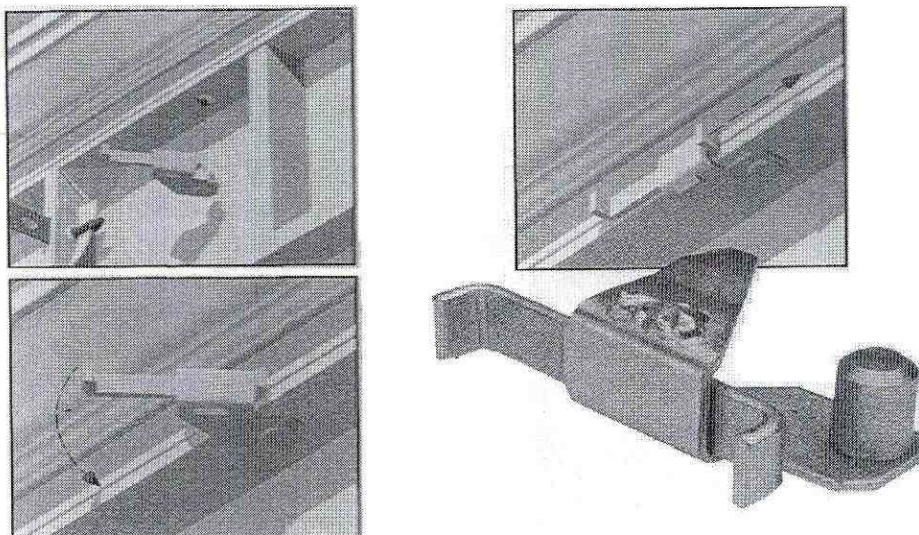
Corbata rehusable



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

4. Sujetador deslizable. Se utiliza para el montaje de las cornisas lisas y moldeadas de las losas. El pasador direccional de este accesorio es colocado a través de un agujero del perfil superior del panel del muro y metido dentro del canal de ensamble de las cornisas deslizando para asegurar la unión.

Ilustración No. 13
Sujetador deslizable

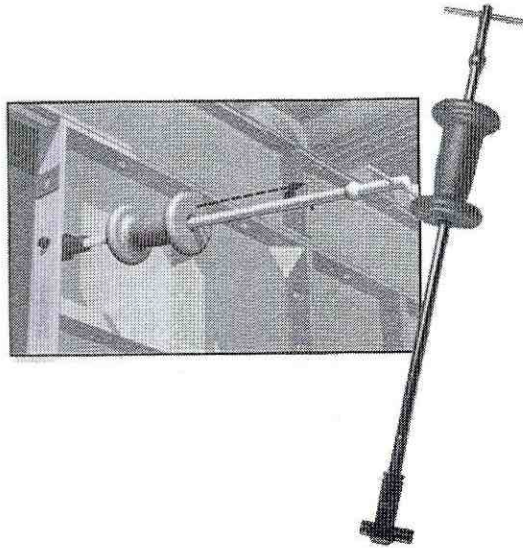


(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

5. Martillo de golpe. Se utiliza para desencofrar las cornisas moldeadas y para remover los separadores rehusables. Comúnmente se utiliza para facilitar

el proceso de desencofrado de los paneles de muros debajo de las losas sin dañar los moldes ni el concreto.

Ilustración No. 14
Martillo de golpe



(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

6. Desencofrante Se debe utilizar un agente desmoldante de base mineral que permita un desencofrado fácil removiendo los paneles del concreto ya fraguado, dejando una superficie lisa y sin manchas en el concreto ni en la formaleta.

Entre las ventajas de una aplicación correcta de desencofrante, se pueden mencionar:

- Al reducir la adherencia del concreto se reduce el tiempo de limpieza de los paneles a un 70% aproximadamente.
- Se reducen las burbujas en las superficies de concreto
- No interfiere con la aplicación ni adherencia de los acabados o elementos de curado que se aplican a las superficies del concreto.
- Se aminora la necesidad de golpes para la remoción de concreto adherido, colaborando con la vida útil de la formaleta.

(Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

B. Mantenimiento de la formaleta

Es importante mantener la formaleta de aluminio en buenas condiciones y obtener así excelentes acabados en las superficies de concreto, evitando la reposición del equipo. Con un mínimo mantenimiento se puede prologar la vida útil de la formaleta, logrando entre 1000 y 2000 usos de la misma. Para esto se deben seguir ciertas recomendaciones en el manejo y en la limpieza de los paneles.

En cuanto al manejo de la formaleta antes, durante y después de cada montaje:

- La formaleta debe ser levantada en hombros cuando se están trasladando
- La formaleta no debe ser deslizada sobre el concreto
- Nunca se debe usar la formaleta como puentes, escaleras o tarimas. No se debe parar o caminar sobre ella.
- Evitar descargar la formaleta sobre superficies duras
- Nunca golpear con violencia ni con martillo de acero o barras ninguna de las partes de la formaleta.
- Nunca se debe utilizar el pasador flecha como agarradera o escalera.

La limpieza de la formaleta es un factor determinante para la prolongación de su vida útil. Es esencial para lograr mejores acabados en el concreto. Se recomienda un proceso sencillo y básico.

- Se debe limpiar la formaleta por la cara de contacto y por los laterales para evitar la acumulación del concreto, usando para ello una espátula.
- Luego se utiliza una máquina pulidora para eliminar los demás residuos de concreto que la espátula no pudo eliminar.
- Seguidamente se aplica ácido muriático diluido con agua o ácido para aluminio.
- Finalmente se lava con agua y se retiran los residuos con espátula y waípe.

Se recomienda curar la formaleta en su primer uso o cuando se ha dejado de utilizar por un largo periodo de tiempo. Este curado debe hacerse con algún acondicionador de aluminio que se aplica con rodillo para lograr una película uniforme y finalmente se lava con suficiente agua. El curado sella los poros de la formaleta, para evitar que el concreto se adhiera, y que la reacción calórica de hidrofrazgado no quemé la cara de contacto.

Siempre antes de cualquier fundición se debe aplicar desencofrante a la formaleta. Asimismo se debe aplicar diesel disuelto con agua por fuera de la formaleta a través de un aspersor antes de la fundición para evitar que se le adhiera concreto a la formaleta en el proceso de vaciado, de esta forma será más fácil la limpieza de la misma.

Además del mantenimiento de la formaleta de aluminio, es importante tomar en cuenta la calidad del producto, y existen cuatro áreas que deben ser evaluadas antes de tomar una decisión de compra:

1. Protección de la lámina de contacto: Este es un factor crítico en la vida útil de la formaleta; ya que pasado cierto número de usos la lámina comienza a desprenderse separándose del perfil de borde y creando acabados indeseables en el concreto, además de provocar el deterioro del panel. Este problema de desprendimiento y separación surge de un mal proceso de fabricación, cuando simplemente se sobrepone la lámina con el perfil lateral de borde. Este problema se resuelve con el método de la lámina insertada, ya que la misma queda protegida por el perfil lateral y además la soldadura se ubica más cerca del borde, permitiendo una mayor resistencia estructural en el panel, y un acabado uniforme en los muros.
2. Vida útil de la soldadura: Estos paneles reciben la mayor parte de la presión del colado del concreto, razón por la cual la soldadura de la formaleta cobra un papel importante a considerar. Se debe buscar una soldadura flexible y líneas de soldadura perimetrales continuas. La tecnología de soldadura robótica y la soldadura manual certificada asegura la calidad del proceso.
3. Resistencia del casquillo protector: La función de los casquillos protectores es la de proteger y evitar el desgaste y ruptura en las perforaciones de conexión que traen los perfiles laterales de los paneles. La baja calidad o el mal funcionamiento de los casquillos protectores agranda las perforaciones en los perfiles, y su reparación tiene un costo muy elevado.
4. Construcción de los perfiles de refuerzo: Es importante el diseño y la fabricación de los refuerzos estructurales para evitar el incremento en el peso del panel. Los perfiles de refuerzo deben ser de sección cerrada, eliminando la posibilidad de aumento de peso por filtrado y acumulación de concreto, dicho de otra manera, no se debe utilizar perfiles abiertos (canales). (Fuente: Catálogo Internacional de productos Wall-Ties & Forms, Inc.)

III. OPERACIÓN DE LA FORMALETA

1. Inicio de montaje

El montaje se inicia por las esquinas o en las intersecciones. Se monta primero el panel de esquina exterior conectándolo con el perfil de esquina interior. Luego se van montando las demás piezas interiores y exteriores.

2. Instalación de paneles de muros

Para montar los paneles de muros se debe referir a los planos de modulación y diseño de detalles para ubicar los diferentes tamaños en sus posiciones correctas.

a. Aberturas de ventanas

Para las ventanas se utiliza los paneles tipo "tapas" que se colocan en los cuatro lados de los vanos de las ventanas, utilizando pernos y cuñas.

b. Abertura de puertas

Las aberturas de puertas se crean con tres piezas "tapas" que se montan utilizando pernos y cuñas.

3. Instalación de seguros en ventanas y puertas (Tensores)

Para asegurar el encuadre de las puertas y ventanas se debe colocar las barras de refuerzo utilizando pernos y cuñas.

4. Instalación de cornisas de losas

Las cornisas son piezas que se utilizan para conectar los paneles de los muros con los paneles de losa. Para asegurar la cornisa se utiliza una grapa deslizable.

5. Colocación de puntales y vigas

Los puntales y vigas se arman en el suelo y luego se levanta para unirlos a los paneles de losa.

6. Instalación de paneles de losas

Para la instalación de los paneles de losa se debe empezar por las esquinas, y se van uniéndolos con las vigas. Luego se colocan los paneles intermedios.

7. Sistema de alineación

Para alinear los muros es necesario un soporte y un alineador tubular de aluminio. El soporte carga al alineador ajustado a los paneles de muros y así, mantener los muros a plomo.

8. Desencofrado de muros y losas

El desencofrado (remoción de la formaleta) se lleva a cabo después del tiempo mínimo de curado del concreto.

IV. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CASAS EN PROYECTO "ENCINOS 6 DE CAYALA"

A. Generalidades:

"Encinos 6 de Cayalá" es un proyecto residencial ubicado en la zona 16 de la Ciudad de Guatemala. Es un condominio de 32 casas Tipo A con, por lo menos, 421m² de construcción. Es el primer proyecto de vivienda Tipo A, construido en serie con un sistema estructural de concreto reforzado.

Se utilizó una formaleta de aluminio fabricada en Estados Unidos de Norte América, por una de las empresas líderes en este mercado, "Walls Ties and Forms". La empresa fabricante se basó en el diseño arquitectónico y estructural para fabricar un molde específico para el proyecto. El costo de una formaleta para construir la casa completa en dos etapas no resultaba rentable para un proyecto de tan pocas unidades. Por lo que fue necesario diseñar una formaleta que pudiera ser reutilizada cinco veces para completar la construcción de cada una de las casas. Con esta estrategia constructiva, se logró alcanzar 160 usos de la formaleta.

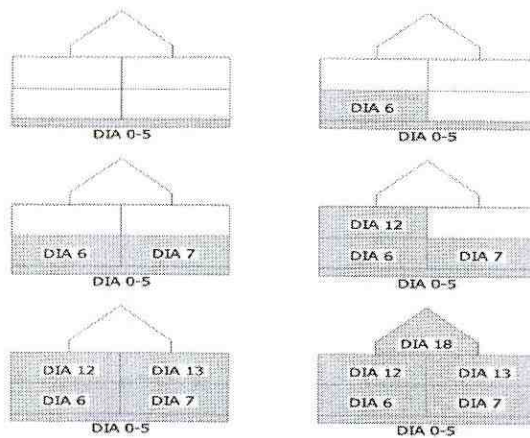
Tomando en consideración la vida útil del molde y su buena condición física finalizado el proyecto; cabe mencionar que se cuenta con un recurso indispensable a un costo sumamente bajo, para la realización de algún proyecto futuro.

Los usos de la formaleta se llevaron a cabo de la siguiente forma:

- Dos fundiciones para completar muros de primer nivel y losa de entrepiso
- Dos fundiciones para completar muros de segundo nivel y segunda losa de entrepiso
- Una fundición de cubierta final, llamada en este caso "ático"

La Ilustración No.15 muestra un diagrama de programación de las distintas fases y tiempos de construcción.

Ilustración No. 15
Diagrama



La Ilustración No.15 muestra el diagrama de trabajo por el tiempo de cada una de las casas de "Encinos 6 de Cayalá."

B. SECUENCIA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Por motivos de control y supervisión de la obra, la construcción de las casas se encuentra dividida por metas. Cada meta está formada por distintos renglones de trabajo. Estos renglones son también llamados puntos de inspección. Se describe a continuación cada una de las metas con sus renglones establecidos.

META 1

1. Trazo de nivelación y puesteado
2. Excavación de cimiento
3. Agua potable bajo piso
4. Drenajes sanitario bajo piso
5. Drenajes pluviales bajo piso
6. Entubado eléctrico fuerza bajo piso
7. Entubado especiales bajo piso
8. Losa de cimentación
9. Refuerzos verticales para muros nivel 1
10. Entubado acometida eléctrica a tablero
11. Entubado iluminación bajo piso
12. Cajas para válvulas
13. Acometida de agua potable

META 2

1. Agua potable nivel 1
2. Drenajes nivel 1
3. Ductos eléctricos y especiales nivel 1
4. Tablero eléctrico
5. Muros nivel 1
6. Losa nivel 1
7. Refuerzos verticales muros nivel 2
8. Instalación de gas

META 3

1. Gradadas a segundo nivel
2. Agua potable para ático
3. Drenajes nivel 2
4. Ductos electricos y especiales nivel 2
5. Muros nivel 2
6. Losa nivel 2
7. Refuerzos verticales muros ático

META 4

1. Gradadas a tercer nivel
2. Resanes muros y losa nivel 1
3. Ductos eléctricos y especiales ático
4. Muros de ático
5. Losa de ático
6. Acometida principal

META 5

1. Resane muros y losa nivel 2
2. Base para muebles de cocina
3. Resane garaje
4. Instalación hidrosanitaria
5. Cielo falso tablayeso
6. Alambre eléctrico
7. Muros de patio
8. Cableado estructural
9. Muro fundido doble altura

META 6

1. Suministro e instalación de fachaleta
2. Sardinell en muros exteriores
3. Bordillos sobre losa nivel 2
4. Mezclon en ático
5. Resane de ático
6. Sifón de chimenea

META 7

ACABADOS FINALES

C. Proceso de construcción de la obra gris de las casas

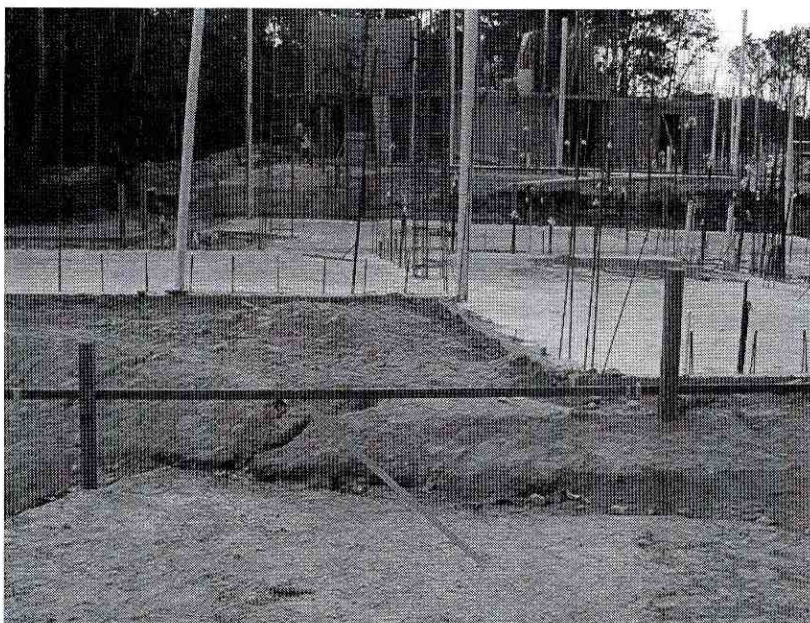
Este trabajo se enfoca en el procedimiento de la utilización de la formaleta de aluminio en la construcción de viviendas del Proyecto "Encinos 6 de Cayalá". El procedimiento se repite cinco veces en cada casa (solamente la losa de cimentación es construida en una sola fase), por lo que sólo se detalla una vez el procedimiento.

1. Colocación y nivelación de punteado de trazo. Antes de iniciar cualquier trazo sobre la plataforma ya nivelada, se coloca en todo el perímetro del área de trabajo una armazón llamado punteado de trazo. (Ver ilustración No. 16)

Para nivelar el punteado de trazo se utiliza el "método de la manguera" que se describe a continuación.

- Se colocan parales a una distancia aproximada de 0.50 a 1.00m fuera del área de trabajo, preferentemente utilizando varillas de hierro de 5/8".
- Se mide una distancia dentro de un rango de 0.20 a 0.50m sobre la varilla a partir del suelo y se marca con un crayón. Esta marca establece el punto de salida para controlar los niveles en cualquier punto deseado.
- Se llena una manguera transparente de 1/2 pulgada y de unos 15m de longitud (puede variar según la necesidad), con agua verificando que no contenga burbujas de aire.
- Se coloca un extremo de la manguera sobre la marca del punto de salida, y el otro extremo en otro paral en donde se desee localizar su nivel. Se debe mover la manguera lo necesario para que coincida la altura del nivel de agua con la marca del punto de salida y marcarlo en el segundo paral.
- Repetir este paso en todas las estacas colocadas.

Ilustración No. 16
Trazo y puentado "Encinos 6 de Cayalá"



a. Referencia para el trazo de ejes. En el puentado de trazo se marcan los ejes de los muros y se colocan los hilos para otros ejes de referencia.

b. Trazo de zanjas de drenaje sanitario, agua pluvial y agua potable. Se toma como referencia el puentado de trazo, utilizando los ejes establecidos. Para trazar se marca con cal la ubicación de las zanjas.

c. Trazo de muros. El trazo de muros está conforme al plano de cotas tomando como referencia los ejes marcados en el puentado de trazo.

2. Excavación para tubería

a. Drenaje sanitario y pluvial. La profundidad de las zanjas depende de las cotas especificada en el plano de la red general de drenajes. Cuando es necesario se puede utilizar la misma zanja para colocar las tuberías de agua negra y pluvial. Las tuberías de aguas negras quedan debajo de las tuberías de agua pluvial, dejando una separación de por lo menos 0.10m. La pendiente mínima para instalar tubería de drenajes es del 1%. (Ver ilustración No. 17)

Ilustración No. 17
Zanjeado (Encinos 6 de Cayalá)

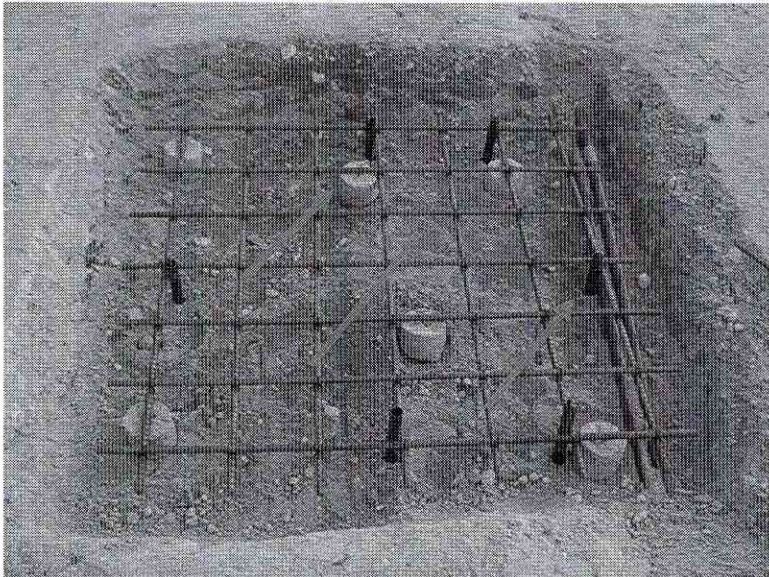


b. Ductos eléctricos, instalaciones especiales y tubería para gas. La profundidad de la excavación es de aproximadamente 0.20m bajo el nivel de la plataforma.

3. Excavaciones para cimientos y zapata. Las dimensiones de las zanjás para los cimientos y zapata corresponden a lo indicado en los planos y deben quedar perfectamente talladas.

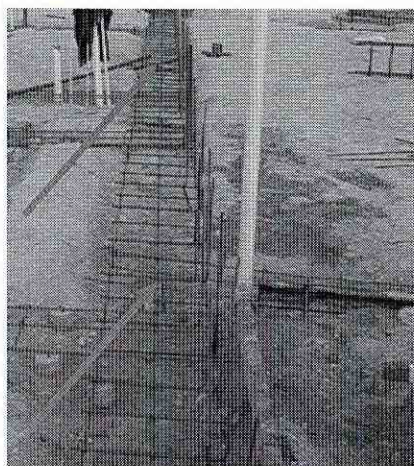
a. Colocación armadura de zapatas. La estructura de las zapatas son las primeras que se colocan, se fijan con tacos de cemento por debajo para darle al hierro el recubrimiento especificado en planos. Además de los tacos, se utilizan pines de varillas de hierro de aproximadamente 0.20m de longitud, recubiertos con mangas de tubo-ducto para evitar el movimiento de la armadura durante la fundición. El tubo-ducto evita que los pines puedan entrar en un proceso de oxidación y lo transmitan a la armadura. (Ver ilustración No. 18)

Ilustración No. 18
Zapata "Encinos 6 de Cayalá"



b. Colocación de armadura de cimiento corrido. El cimiento corrido es el soporte de todos los muros portantes de la carga de la estructura. Todas las esquinas, traslapes, intersecciones deben de cumplir con la longitud de desarrollo correspondiente a la varilla en uso. En todo momento se debe cuidar que las varillas de refuerzo cuenten con su recubrimiento necesario para garantizar su vida y funcionamiento. (Ver ilustración No. 19)

Ilustración No. 19
Cimiento corrido "Encinos 6 de Cayalá"



4. Colocación de columnas y pines sobre cimentación.

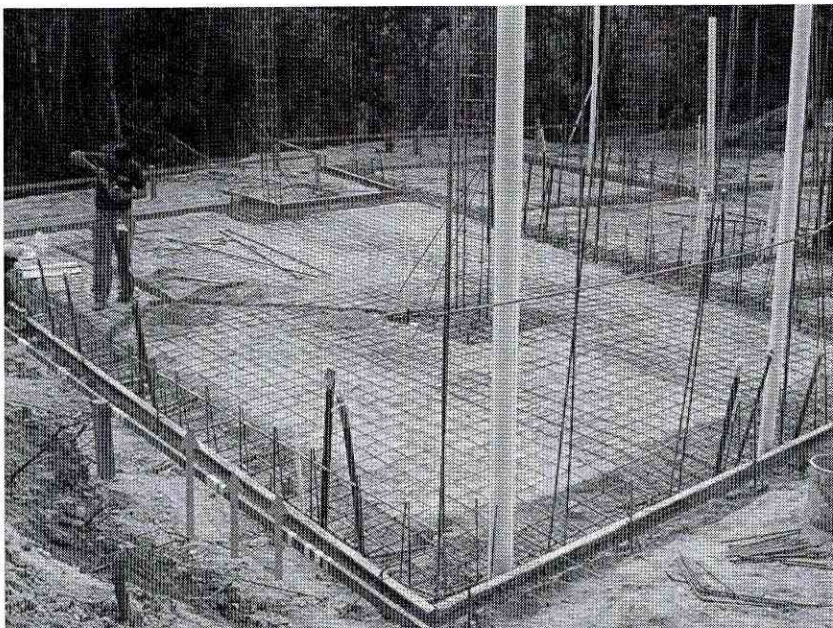
Las columnas y pines se colocan según medidas especificadas en planos y se fijan directamente sobre el cemento corrido con alambre de amarre. Los traslapes deben ir en la medida de lo posible a 45° del eje de las columnas y respetando en todo momento su longitud de desarrollo.

- Columna excéntrica: se llama así cuando se encuentra en una esquina de la casa.
- Columna centrada: se llama así cuando se encuentra cerca de los límites de la casa.

Las esperas sirven para enganchar la losa de cimentación con los muros del primer nivel. (Ver ilustración No. 20)

Éstas se colocan como parte del cemento corrido. La distancia entre esperas está especificado en planos, pero se recomienda como mínimo una a cada 0.40m. Estas esperas deben tener, por lo menos, una longitud igual a la longitud de desarrollo en su distancia libre.

Ilustración No. 20
Esperas "Encinos 6 de Cayalá"

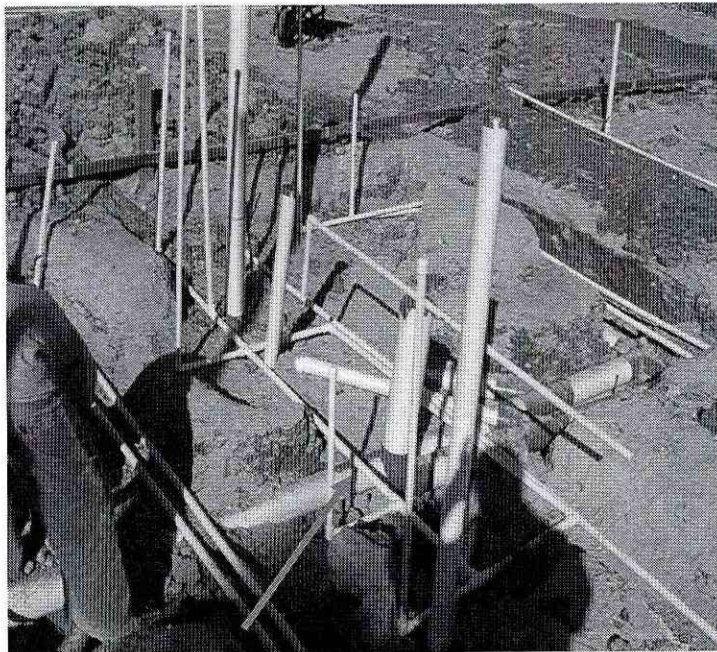


5. Colocación de tubería

a. Drenaje sanitario y pluvial. La ubicación, tipo y pendiente de la tubería es la especificada en planos. La tubería de drenaje que va dentro de los muros, debe cubrirse con malla de gallinero que irá sujeta al

tubo con alambre de amarre, de esta manera se evitan las fisuras en los muros. (McCormac, 2001) (Ver ilustración No. 21)

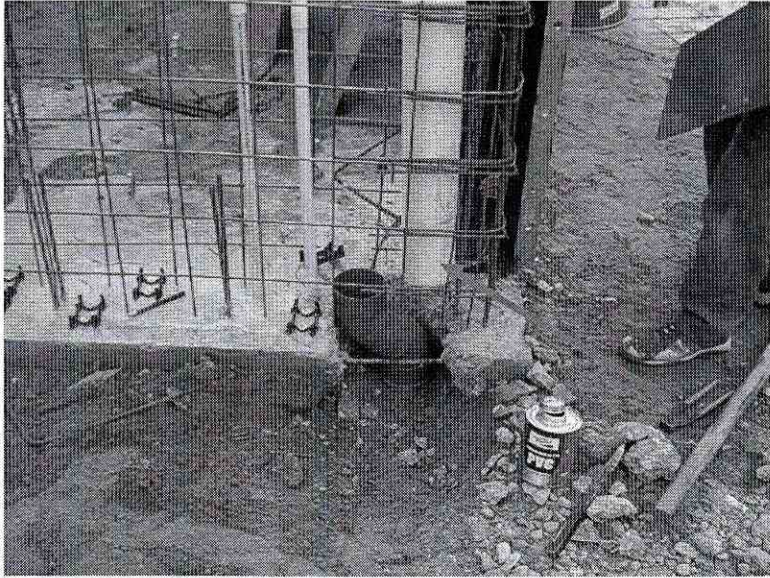
Ilustración No. 21
Instalaciones de sanitarias y pluviales "Encinos 6 de Cayalá"



Es muy importante identificar si alguna tubería coincide con la ubicación de las corbatas de la formaleta. Muchas veces, el constructor no encuentra estos problemas si no hasta que se está colocando la formaleta del primer nivel. Debido a que para este punto la losa de cimentación ya está fundida, se debe cortar la losa de cimentación y mover la tubería a un punto en donde permita la colocación de la formaleta. La losa dañada, debe ser reparada con algún aditivo que permita la adherencia entre concreto nuevo y concreto viejo para evitar el efecto de junta fría. El constructor debe tomar en cuenta este cambio para no cometerlo en el resto de casas en construcción.

(Ver ilustración No. 22)

Ilustración No. 22
Movimiento de bajada pluvial "Encinos 6 de Cayalá"



b. Agua potable. La tubería instalada para agua potable es la siguiente:

- Para agua fría se utiliza tubería PVC de 1/2" y tubería PVC de 3/4" de 250 PSI.
- Para agua caliente se utiliza tubería CPVC de 1/2" 100 PSI y 82.2^o Centígrados.

Se debe evitar el exceso de pegamento para evitar taponamientos y daños al tubo. El pegamento es un solvente adhesivo que deshace el tubo y puede modificar su resistencia a la presión.

A todas las mangas de la tubería de abastecimiento de agua se le debe colocar un codo HG con adaptador y tapón macho, dejándolos a la altura establecida en los planos.

Entre las tuberías de agua fría y agua caliente se debe dejar una separación mínima de 20cm. (McCormac, 2001)

6. Compactación tubería de drenaje sanitario, pluvial y agua potable. Al momento de completar la instalación de todas las tuberías según planos se deben retirar los materiales sobrantes del área y compactar el terreno. La compactación se puede llevar a cabo utilizando mazos y/o vibrocompactaras, teniendo precaución de no lastimar las instalaciones.

7. Instalaciones eléctricas. Todas las instalaciones eléctricas se hacen después de colocar los pines y columnas. Los diámetros de los ductos de electricidad son los siguientes:

- Acometidas: 1 ¼"
- Luz y fuerza: 1"
- Cable y teléfono: ¾"
- Estufa y calentador ½"

(Ver Ilustración No. 23)

Todas las tuberías pasan debajo de la estructura de cimentación (electromalla). Se recomienda dejar las mangas a la altura de sus respectivas cajas en donde sea el caso. Las alturas de las cajas son las siguientes:

- Los interruptores se colocan a una altura de 1.20m del nivel del suelo.
- Los tomacorrientes a una altura entre 0.30m del nivel del suelo.
- Las cajas octogonales para lámparas de pared, se colocan a una altura de 2.20 m del nivel del suelo.
- El tablero de distribución de circuitos a una altura de 1.80m al eje central horizontal.
- Para instalaciones especiales a una altura de 0.30m.

Las cajas de tomacorrientes, interruptores, iluminación y especiales, tablero eléctrico se aseguran con una doble varilla para que no cambien de posición en el proceso de fundición. Si alguna de estas cajas llegaran a perder su posición corren el riesgo de quedar expuestas a la superficie sin ningún recubrimiento de concreto. Para evitar que el concreto penetre dentro de las cajas eléctricas y/o especiales, se coloca douroport dentro de ellas. (Ver ilustración No. 24)

Se erugian todas las tuberías y cajas utilizando alambre galvanizado calibre 16. El enguiado es importante para poder cablear todas las instalaciones eléctricas y especiales una vez finalizada la obra gris. Además puede llegar a ser de gran ayuda para localizar si alguna red ha sido dañada en el momento de fundir el elemento.

Ilustración No. 23
Instalación eléctrica "Encinos 6 de Cayalá"



Ilustración No. 24
Cajas especiales sin recubrimiento "Encinos 6 de Cayalá"



8. Instalaciones de tuberías de gas. Toda la tubería de gas es de cobre de $\frac{1}{4}$ ". Debido a la vulnerabilidad e importancia de esta instalación, se recomendó instalarla dentro de tubos de cPVC o tuboductos. Es importante cerrar el extremo de la tubería para evitar que entre el concreto durante la fundición.

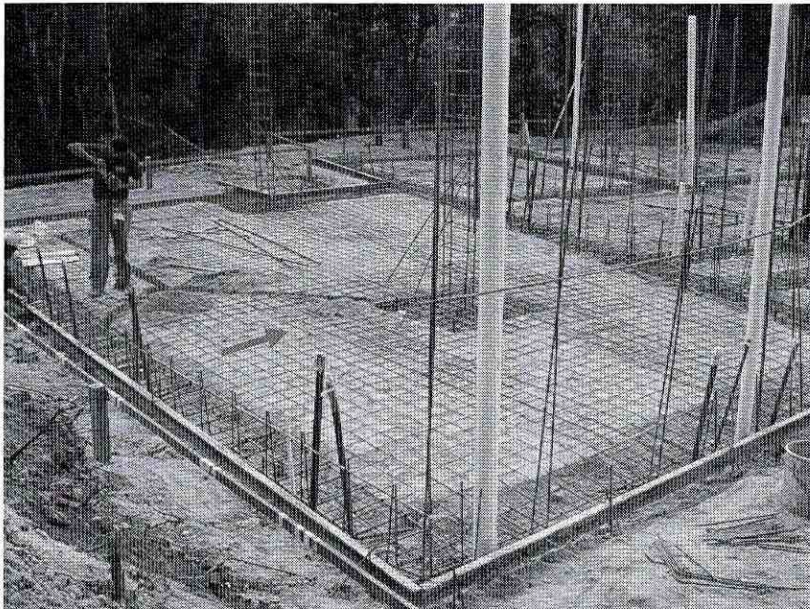
9. Colocación de electromalla en losa de cimentación.

Toda la electromalla se coloca según lo especificado en planos. Antes de colocar la electromalla se revisa cual es la mejor forma de modularla para evitar desperdicios y debe tomarse en cuenta su traslape. Los traslapes en losas y muros son de dos cuadros, como especifican los planos.

Comercialmente se consigue electromalla en planchas y en rollo. El ancho en ambas presentaciones varía de 2.35m hasta 2.50m. El largo en planchas es de 6.05m hasta 9.50m, mientras que en rollo puede llegar hasta los 40m.

Para asegurar que la electromalla se mantenga situada en el centro de la losa de cimentación se utilizan distanciadores de plástico o tacos de cemento. (McCormac, 2001) (Ver ilustración No. 25)

Ilustración No. 25
Electromalla de la losa de cimentación "Encinos 6 de Cayalá"



10. Colocación de arrastres. Después de colocar toda la armadura se colocan los arrastres. Los arrastres son las guías para que el proceso de fundición alcance dejar una superficie relativamente plana a la altura deseada. Se recomienda utilizar tubo HG de 1" apoyados sobre un arco de hierro suficientemente ancho para evitar cualquier movimiento vertical u horizontal.

11. Fundición de losa de cimentación. El concreto para la cimentación y entrepiso, es de una resistencia de 3,000psi con un agregado de $\frac{3}{4}$ " y un desplazamiento de 3". Es muy importante tomar en cuenta el tamaño del agregado para que no se formen vacíos o ratoneras. El concreto debe tener la capacidad y características para fluir dentro de toda la estructura de la casa.

Secuencia para fundir cimiento

Paso # 1

La fundición se inicia por los lados de la losa. Se recomienda realizar la descarga o vaciado del concreto a menos de un metro de altura, para evitar segregación.

Paso # 2

Es necesario el uso de vibradores para asegurar que el concreto penetre en todos los rincones de la estructura. Además ayuda a escapar el aire que ha quedado dentro de la mezcla durante su instalación que puede provocar ratoneras. El uso adecuado de los vibradores hace posible la colocación de mezclas más secas y consistentes.

El vibrador debe bajarse levemente inclinado, dejándolo descender por su propio peso hasta el fondo de la capa, se debe retirar lentamente. Un exceso de vibración podría provocar segregación y excesiva pérdida de agua, afectando la resistencia del concreto. Además una vibración excesiva podría provocar una mala adherencia entre el hierro y el concreto que se encuentra en su proceso de fraguado.

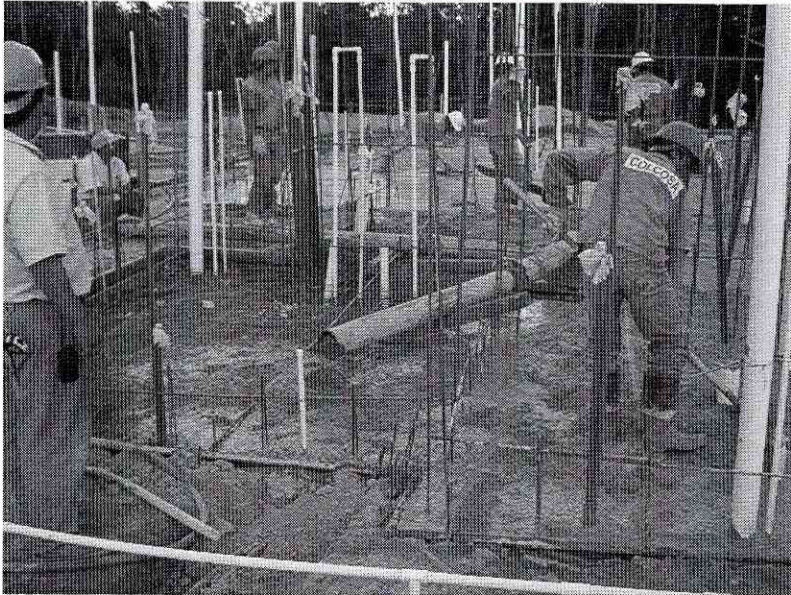
Paso # 3

Al terminar de fundir la losa de cimentación, se realiza la nivelación. Se lleva a cabo utilizando reglas de metal rectas. Estas reglas deben ser revisadas físicamente cada cierto tiempo para garantizar el acabado y nivelación de la losa. Estas reglas son apoyadas sobre los arrastres dejados dentro de la losa previamente descritos.

(ACI, 2005)

(Ver ilustración No. 26)

Ilustración No. 26
Fundición de la losa de cimentación "Encinos 6 de Cayalá"



Si la losa de cimentación quedara desnivelada, tendría consecuencias negativas al momento de armar la formaleta de los muros superiores. Dependiendo del nivel de desnivelación de la losa, puede dificultar la colocación de los paneles y/o dejar espacios suficientemente abiertos debajo de los moldes que provocarían pérdida de agua durante la fundición. También, en caso extremo, podría provocar que se abra la formaleta en el momento de fundir los muros.

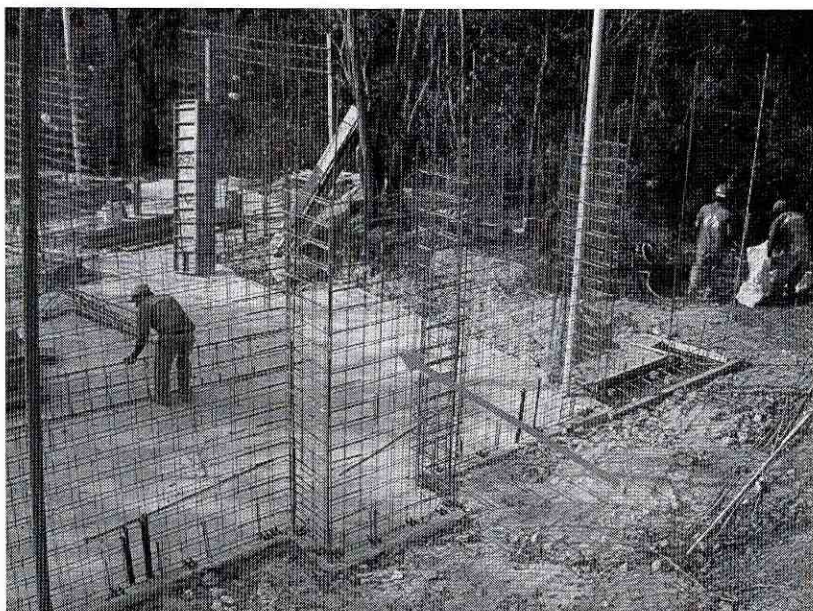
Paso # 4

Una vez terminada la fundición de la losa se debe curar. Para el proceso de curado, "Encinos 6 de Cayalá" utilizó agua. La losa debe quedar humedecida un mínimo de 3 días para asegurar un buen fraguado de la misma.

En este punto termina el proceso de la meta # 1

12. Muros. Por motivos estructurales, las casas de "Encinos 6 de Cayalá" fueron diseñadas utilizando dos camas de electromalla en todos sus muros. Éstas deben ser amarradas con las esperas dejadas desde la losa de cimentación. Un problema común con la utilización de electromallas en este sistema constructivo es cuando una corbata coincide con el paso de la electromalla. En muchos de los casos se termina doblando o cortando el alambre. Se recomienda reforzar estos espacios con retazos de electromalla. (McCormac, 2001) (Ver ilustración No. 27)

Ilustración No. 27
Electromalla para los muros "Encinos 6 de Cayalá"

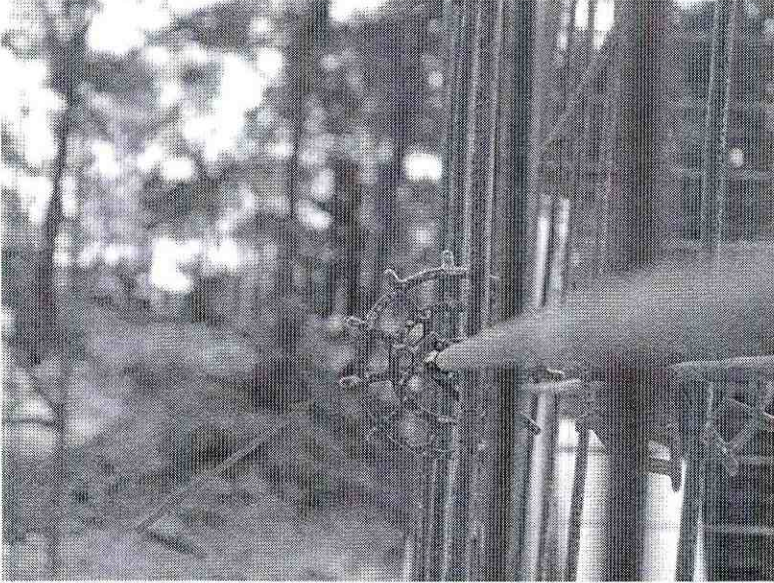


a. Colocación de topes para formaleta. Luego del trazo de todos los muros se colocan las "U de tope" cuyo largo debería ser igual al grosor del muro y se colocan a un espaciado aproximado de 0.50m. La fijación se realiza utilizando clavos para concreto utilizando una pistola de fulminante.

b. Armaduras de refuerzo estructural. Las armaduras deben cumplir con las especificaciones de planos. Para el proceso constructivo, es necesario revisar que la cantidad y tipo de refuerzo utilizado no dificulte el proceso de fundición, respetando siempre el recubrimiento mínimo del hierro. Las esquinas e intersecciones son los puntos más vulnerables.

c. Colocación de distanciadores. Los distanciadores sirven para centrar la electromalla dentro del muro y así darle el recubrimiento necesario. El distanciador es un componente plástico que tiene una abertura que permite colocarlo fácilmente. Siempre se coloca en forma vertical y junto a la varilla de la electromalla. El cierre del distanciador debe quedar hacia abajo para evitar que se caiga durante la fundición. Se colocan a cada 4 cuadros de la electromalla tanto en sentido horizontal como en vertical. (Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.) (Ver ilustración No. 28)

Ilustración No. 28
Distanciador "Encinos 6 de Cayalá"



Cuando no se cuenta con distanciadores se recomienda la opción de utilizar tacos hechos de cemento y arena de río en una proporción 1:1 con un diámetro de 2". Entre las desventajas principales de utilizar tacos se encuentra el daño que puede sufrir la formaleta y el tiempo de colocación.

d. Aplicación de desencofrante. Antes de cualquier fundición se debe aplicar desencofrante a la formaleta. La formaleta se debe encontrar completamente limpia libre de cualquier impureza. Se puede aplicar utilizando waípe, rodillo, brocha o mochila aspersora para formar una película uniforme y completa. El uso de desencofrante permite mantener las formaletas en buenas condiciones asegurando que el concreto no se pegue en sus caras. El resultado se refleja en la durabilidad de la formaleta y en el acabado del concreto al momento de desencofrar. Debe utilizar siempre un desencofrante adecuado y recomendado por el fabricante de la formaleta para evitar cualquier daño.

No se recomienda aplicar el desencofrante cuando el panel se encuentra en el suelo, puesto que está sujeta a una mayor cantidad de polvo. Utilizar bancos o botes plásticos para apoyarla durante la aplicación. Nunca se debe aplicar desencofrante en exceso ni cuando el panel se encuentra ya instalado, puesto que si se llegara a tener contacto con el refuerzo, evitaría una buena adherencia con el concreto.

Asimismo se aplica diesel disuelto con agua por fuera de la formaleta con mochila aspersora, antes de la fundición, para evitar que se adhiera el concreto y su limpieza sea más fácil de realizar. (Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.)

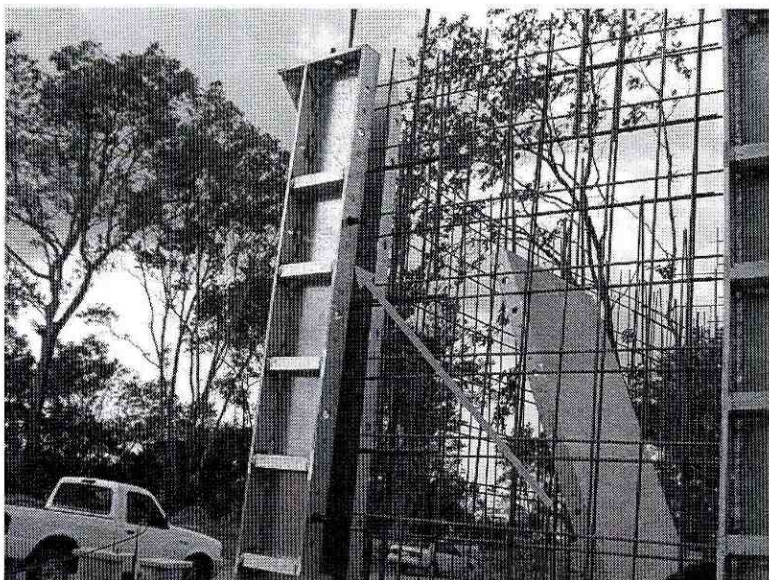
e. Montaje de muros. Antes de iniciar el montaje de muros es importante verificar que las formaletas tengan bien aplicado el desmoldante y las corbatas estén debidamente forradas con yambolón.

Secuencia de montaje de muros

Paso # 1

Se comienza la instalación en las esquinas de la edificación.
(Ver ilustración No. 29)

Ilustración No. 29
Inicio del muro "Encinos 6 de Cayalá"



Paso # 2

Se fija al esquinero de muro con una formaleta a cada lado, formando una escuadra, por estabilidad. (Ver ilustración No. 30)

Ilustración No. 30
Esquinero "Encinos 6 de Cayalá"

**Paso # 3**

Se colocan los pines a través de las perforaciones de las formaletas asegurándolos con la cuña que se colocó dentro de la ranura del pin, utilizando un martillo. (Ver ilustración No. 31)

El no colocar debidamente todos los pines puede dañar la formaleta, puesto que se generan sobre esfuerzos. La formaleta queda vulnerable en estos puntos al momento de la fundición y podría abrirse.

Ilustración No. 31
Pasadores y cuña "Encinos 6 de Cayala"



Paso # 4

Conforme se avanza con la colocación de pasadores, se deben colocar las corbatas para amarrar ambas caras de la formaleta (interior y exterior). Las corbatas deben estar forradas con yombolón, el cual sirve únicamente para evitar que la corbata quede atrapada dentro del concreto.

(Ver ilustración No. 32)

Ilustración No. 32
Corbatas "Encinos 6 de Cayalá"



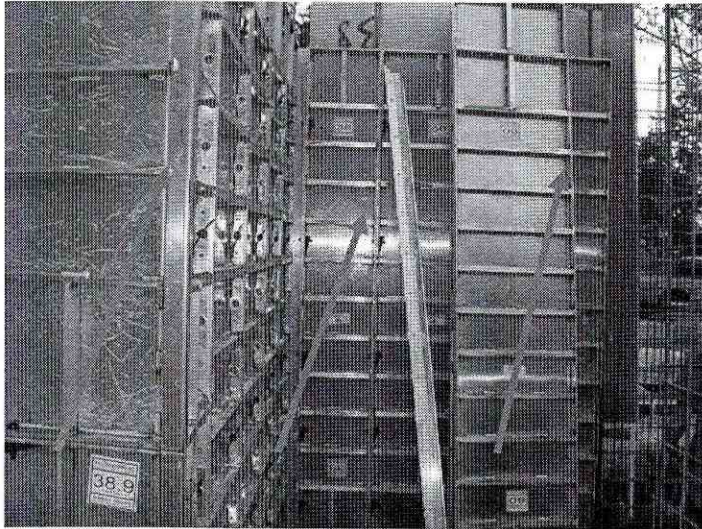
Paso # 5

A medida que se unen las formaletas entre sí, verificar que estén alineadas en la línea marcada. Si requiere empujarlas se utiliza el martillo de goma para no dañar los moldes.

Paso # 6

Una vez asegurada la esquina, continúe ensamblando simultáneamente las formaletas exteriores del muro interior y exterior, hasta completar la casa. (Ver ilustración No. 33)

Ilustración No. 33
Formaleta de los muros "Encinos 6 de Cayalá"

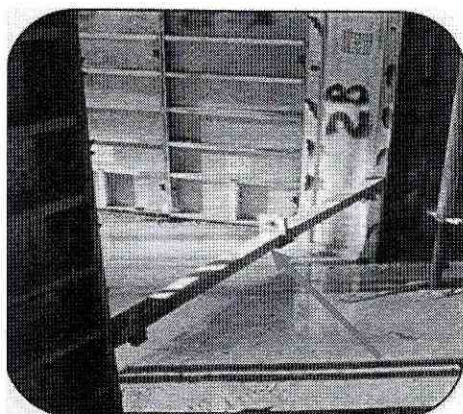


Paso # 7

Para asegurar la base de la formaleta se coloca una viga de madera al pie de la formaleta. Esta contrarresta cualquier empuje causado por el concreto durante la fundición. Esta regla se sujeta a la losa insertando pines de hierro de aproximadamente $\frac{1}{2}$ ".

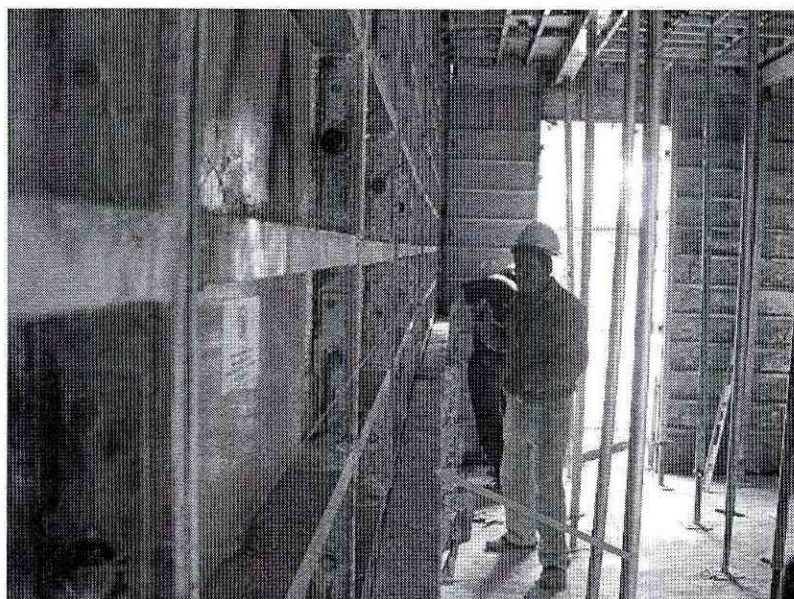
f. Marcos de puertas y ventanas. Para asegurar que las puertas y ventanas mantengan la medida requerida, se coloca el tensor. En las ventanas se debe colocar en la parte superior del vano y en las puertas se coloca en la parte inferior del vano. (Ver ilustración No. 34)

Ilustración No. 34
Tensores



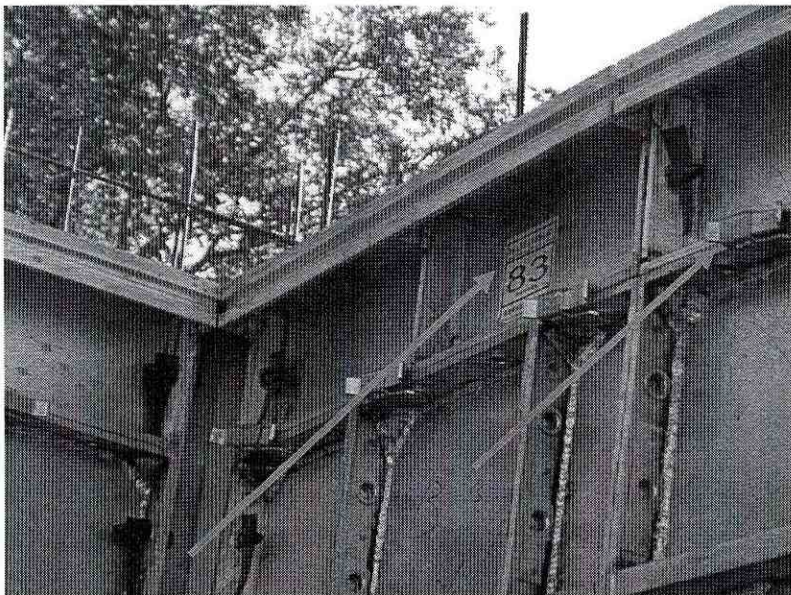
g. Alineación horizontal. Para asegurarse del alineamiento de los muros, se coloca al exterior e interior de la formaleta un elemento llamado porta-alineadores y alineadores. Aunque ayudan a rigidizar la formaleta, los alineadores no sirven como atranque, su función principal es ayudar verificar el alineamiento. (Ver ilustración No. 35)

Ilustración No. 35
Alineadores "Encinos 6 de Cayalá"



13. Losas. Una vez terminado el ensamble de los paneles de los muros, se procede con la tarima de la losa de entrepiso. Para poder unir los muros con la losa se necesitan unas piezas llamadas cornisas. Las cornisas son aseguradas a los paneles utilizando grapas deslizables. (Ver ilustración No. 36)

Ilustración No. 36
Cornisas "Encinos 6 de Cayalá"

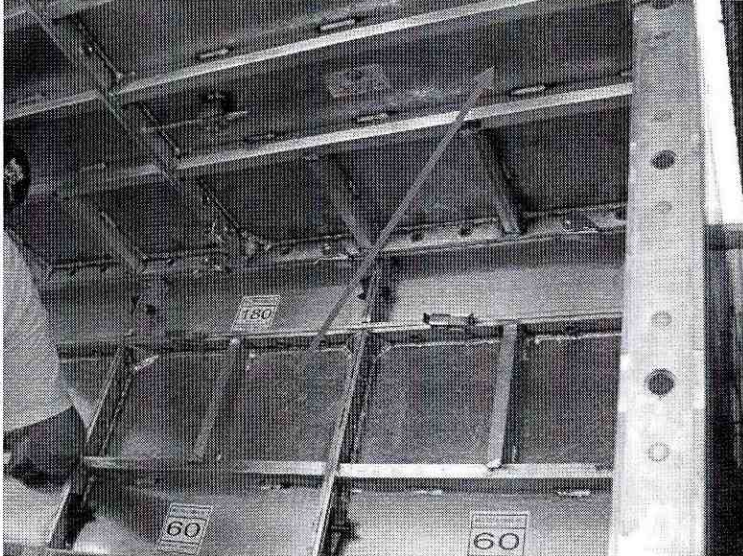


Secuencia de instalación de las losas de entrepiso

Paso # 1

Se coloca el esquinero de losa y se asegura a la formaleta de muro por medio de la grapa deslizable. (Ver ilustración No. 37)

Ilustración No. 37
Formaleta de la losa del esquinero "Encinos 6 de Cayalá"



Paso # 2

De acuerdo a la modulación del plano, se coloca las formaletas de losa y se aseguran al esquinero de losa con la grapa deslizable. (Ver ilustración No. 38)

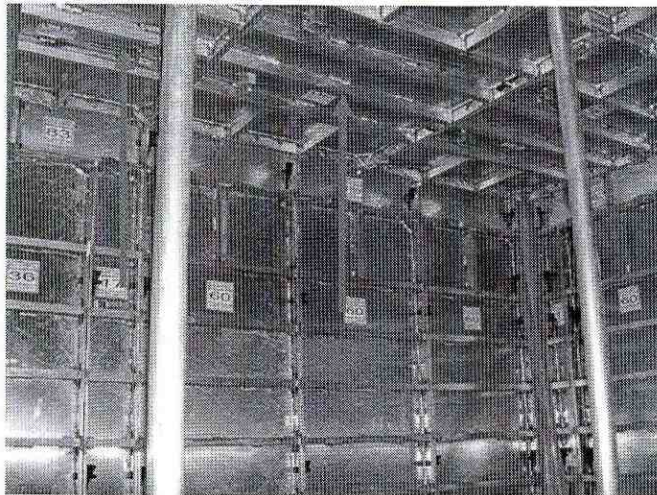
Ilustración No. 38
Formaleta de la losa "Encinos 6 de Cayalá"



Paso # 3

Se continúa uniendo formaletas de losa entre sí, utilizando el pasador y asegurándolas con la cuña. (Ver ilustración No. 39)

Ilustración No. 39
Losa con cuñas "Encinos 6 de Cayalá"

**Paso # 4**

Se colocan las vigas I donde la modulación del plano lo indique y se aseguran a la formaleta de la losa con grapas deslizables. (Ver ilustración No. 40)

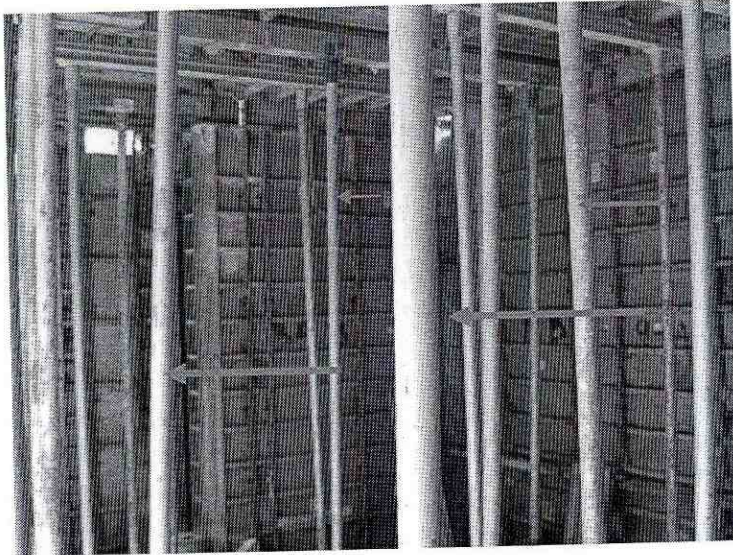
Ilustración No. 40
Vigas I "Encinos 6 de Cayalá"



Paso # 5

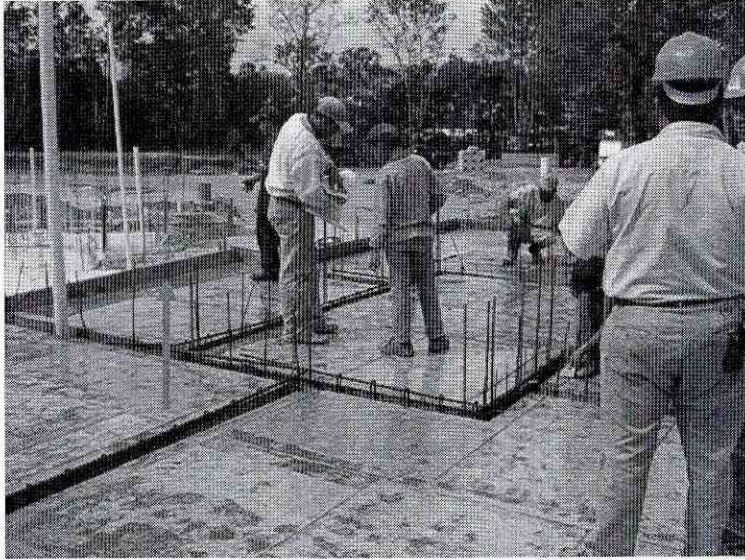
Se colocan los puntales apoyados en las vigas I y el suelo. Se deben instalar lo más tenso posibles para asegurar su apoyo. La ubicación de los puntales es proporcionado por el fabricante de la formaleta.
(Ver ilustración No. 41)

Ilustración No. 41
Puntales "Encinos 6 de Cayalá"

**Paso # 6**

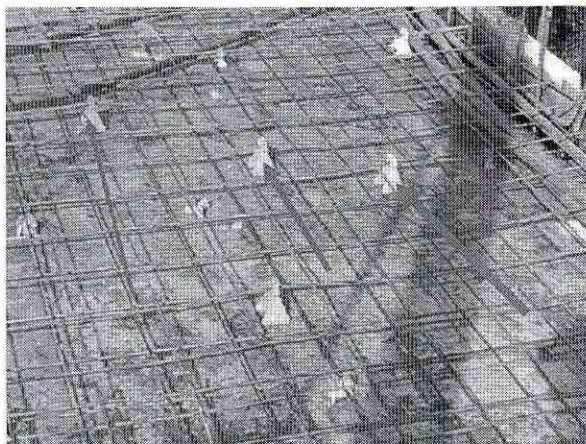
Se fijan los bordes exteriores de la losa a la formaleta del muro exterior con grapas deslizables. Los bordes exteriores garantizan el espesor de la losa.
(Ver ilustración No. 42)

Ilustración No. 42
Borde "Encinos 6 de Cayalá"



a. Colocación de electromalla. Debido a que los planos estructurales de las clases especifican dos capas de electromalla para las losas de entrepiso, se utilizan dos tamaños de tacos, uno para la cama inferior y otro para la cama superior. (Ver ilustración No. 43)

Ilustración No. 43
Electromalla del entrepiso "Encinos 6 de Cayalá"



14. Fundición de muros y losa del entrepiso. Se debe realizar una revisión total a toda la formaleta, tanto de muros como de losa, para asegurarse que no hace falta la instalación de ningún pin, cuña o apoyo del molde.

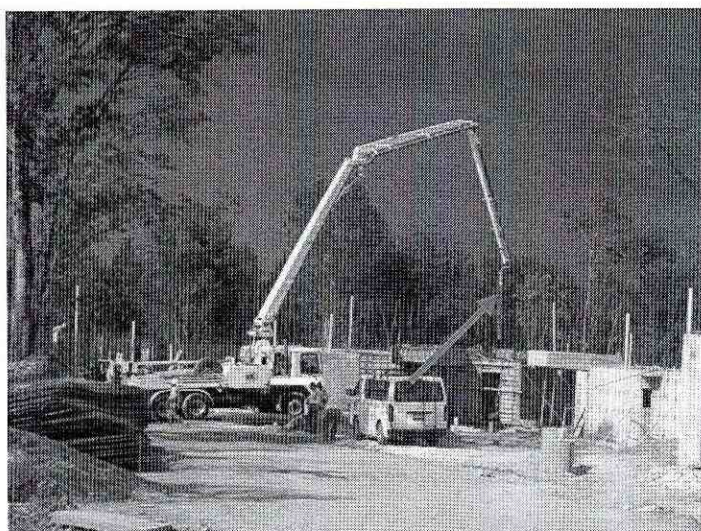
Para la fundición de la losa de entrepiso y muros es importante un estricto control en el concreto que se está utilizando. Los planos estructurales solicitan distintos concretos para muros y losas, pero la fundición se realiza en forma consecutiva e inmediata. Es indispensable el uso de bomba de concreto.

- MUIROS: El concreto para muros, es de una resistencia de 3,000psi, un desplazamiento de 24" y con agregado de 3/8". Lleva aditivos acelerantes y fluidificantes. Los aditivos acelerantes apresuran el fraguado del concreto, permitiendo desencofrar a la mayor brevedad (normalmente 12h después) agilizando este proceso en serie. El aditivo fluidificante le da una característica de fluidez al concreto, permitiendo una mejor fundición y disminuyendo la posibilidad de dejar alguna ratonera.

La fundición de los muros se inicia por el centro de la casa y se deja correr el concreto hacia los muros de los extremos. La vibración es indispensable en estas fundiciones. (ACI, 2005)

-LOSA: El concreto para losa entrepiso, tiene las mismas características que el concreto utilizado en la losa de cimentación. (ACI, 2005)
(Ver ilustración No. 44)

Ilustración No. 44
Fundición "Encinos 6 de Cayalá"



15. Desencofrado de muros y losas

-MUROS

Se inicia el desencofrado de las formaletas de muro en la mitad de una pared interior y en una esquina de los muros exteriores.

Secuencia para el desencofrado de muros

Paso # 1

Se retiran todos los tensores

Paso # 2

Se retiran los alineadores y los porta-alineadores

Paso # 3

Se retiran las cuñas y pines, se van depositando de una forma ordenada, dentro de cubetas debidamente marcadas. Las cuñas, pines y corbatas son elementos fáciles de perder y su costo es sumamente elevado. Es muy importante una disciplina de orden y limpieza para no tener un sobre costo por pérdida de equipo.

Paso # 4

Se desencofran los paneles individuales, utilizando un saca panel. Cuando se jalen las formaletas se debe hacer hacia atrás de forma uniforme para garantizar la calidad en el acabado del concreto.

Paso # 5

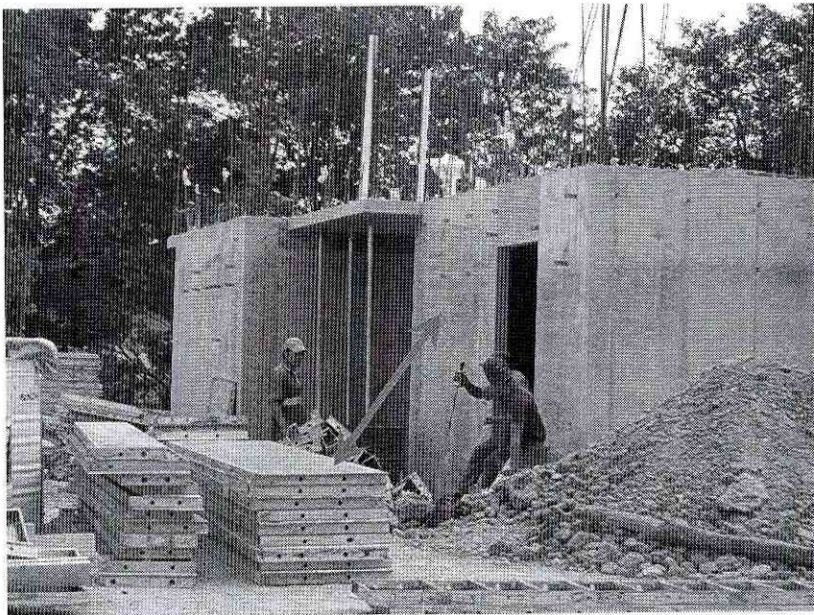
Para no deformar los moldes, se retiran por uno de los extremos y no en el centro del mismo. En el momento que los moldes son desmontados, el equipo de limpieza debe limpiarlos en su totalidad y colocarlos en un lugar específico de una forma ordenada.

Paso # 6

Luego con el saca-corbatas se retiran las corbatas que se encuentran dentro de los muros.

(Ver ilustración No. 45)

Ilustración No. 45
Desencofrado "Encinos 6 de Cayalá"



- LOSA

Para que el desencofrado de losa sea más eficiente, se usan dos elementos que son la viga en I y el puntal nivelador. Se inicia el desencofrado de las formaletas de losa por un extremo de la casa.

Secuencia para el desencofrado de losas

Paso # 1

Retirar las cuñas y los sujetadores deslizables y desencofrar una por una las formaletas de la losa. Colocar los pines y cuñas en sus respectivos botes y cubetas.

Paso # 2

Para desencofrar los perfiles en I, baje el sistema rotativo de oreja del puntal nivelador.

16. Curado de losa del entrepiso. Para que el concreto alcance sus características de diseño, se debe realizar un buen curado. Este depende de dos condiciones básicas:

- Humedad adecuada
- Temperatura favorable

El curado es la acción de resguardar que el agua del concreto no se pierda por la evaporación que genera el calor. Para esto se mojan las superficies del

concreto después de fundido y se mantiene la humedad del concreto por un periodo determinado. El método utilizado en las losas de las casas de "Encinos 6 de Cayalá" es el siguiente:

Se construye un bordillo de mezcla de cemento, cal, arena con una proporción 1:2:6 y se aplica en toda la orilla de la losa. Luego se llena de agua toda la superficie formando una capa de 2 ó 3cm de profundidad. Finalmente se mantiene húmedo como mínimo los primeros 3 días después de la fundición.

En este punto termina el proceso de la meta # 2

17. Resanes. La cantidad de resanes depende directamente de la calidad constructiva de todas las fases anteriores y de la condición de la formaleta. Si el trabajo ha sido realizado en su perfección en todos sus pasos y la formaleta se encuentra en buenas condiciones, los únicos resanes de realizarse son las rebabas que quedan entre las uniones de formaletas, los agujeros de las corbatas, tallado de esquinas y rincones.

Por otro lado, si hubo algún problema durante la construcción o la formaleta se encuentra dañada, podría provocar semanas de retraso por causa de sus reparaciones. Todos los desplomes, ratoneras, segregaciones, mala nivelación, panzas, etc. ocurridas como consecuencias de una mala fundición deben ser tratadas en este renglón de trabajo. Este renglón refleja la calidad constructiva y se refleja en forma negativa en tiempos y costos del proyecto.

Debido a esto, todas las formaletas que alcancen más de 0.50cm de deflexión se recomienda su reparación antes de seguirla utilizando.

Secuencia para resanar los agujeros de las corbatas

Paso # 1

Se retira los residuos de yombolón de los agujeros de las corbatas.

Paso # 2

Se hace el resane de las perforaciones, con una mezcla de $\frac{3}{4}$ de cemento por $\frac{1}{2}$ de selecto y $\frac{1}{2}$ de arena de río y utilizando siempre algún adhesivo tipo de adhesivo.

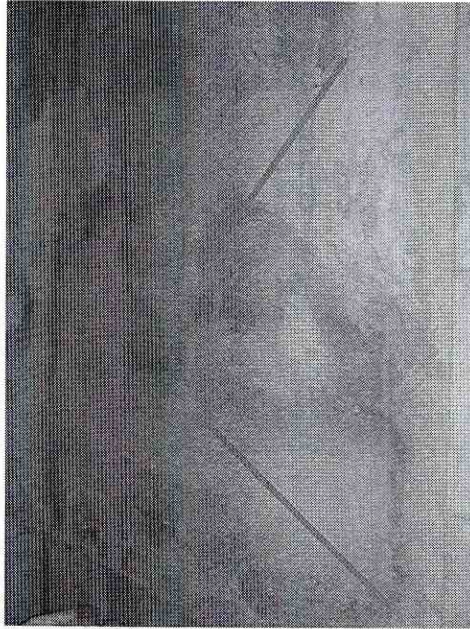
Paso # 3 -

Rellenar la perforación y con una espátula emparejar la superficie hasta que quede lista.

Paso # 4

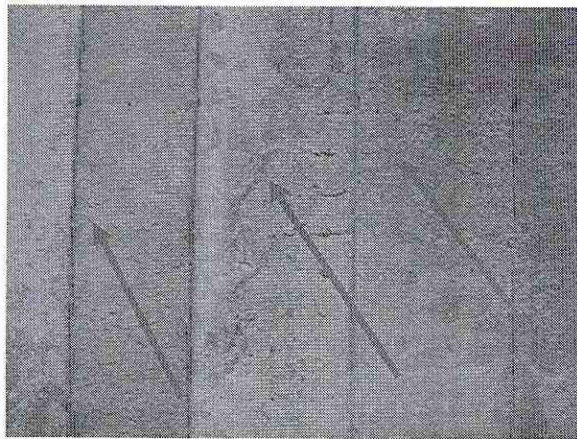
Para uniformizar la superficie se puede pasar una plancha de douroport.
(Ver ilustración No. 46)

Ilustración No. 46
Resanes "Encinos 6 de Cayalá"



Se eliminan las uniones entre formaleta con espátula en los muros y losas. Esto debe hacerse en el mismo momento en que se retira la formaleta, aprovechando que el concreto está fresco. (Ver ilustración No. 47)

Ilustración No. 47
Resanes 2 "Encinos 6 de Cayalá"



Este procedimiento se debe realizar para cada una de las fases de las casas. Todas las juntas frías entre niveles, son tratadas con aditivos para asegurar una buena adherencia entre concreto nuevo y concreto viejo.

V. SECUENCIA DE FOTOGRAFÍAS

Para una mejor comprensión del procedimiento constructivo, a continuación se muestra, por medio de fotografías, la continuación del proceso de construcción de obra gris después de haber terminado la primera fase (fundición de losa de cimentación y primera fundición de muros y losa de primer nivel).

Ilustración No. 48
Muros y losa de la segunda fase N1 "Encinos 6 de Cayalá"

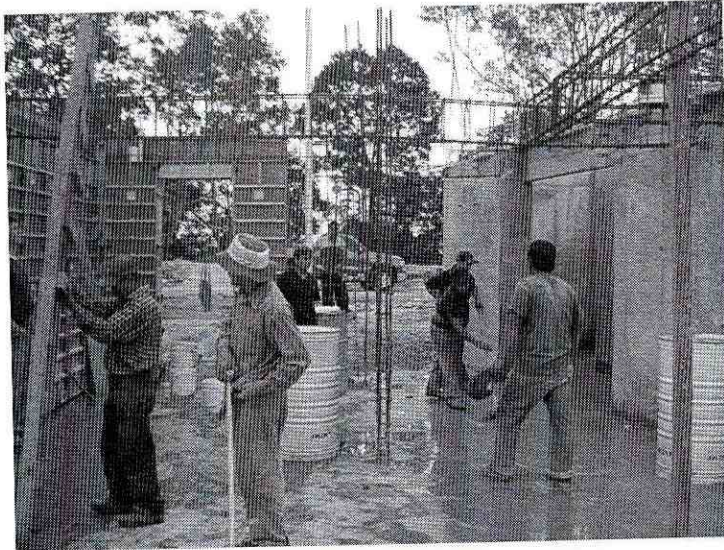


Ilustración No. 49
Electromalla del entrepiso, segunda fase N1 "Encinos 6 de Cayalá"

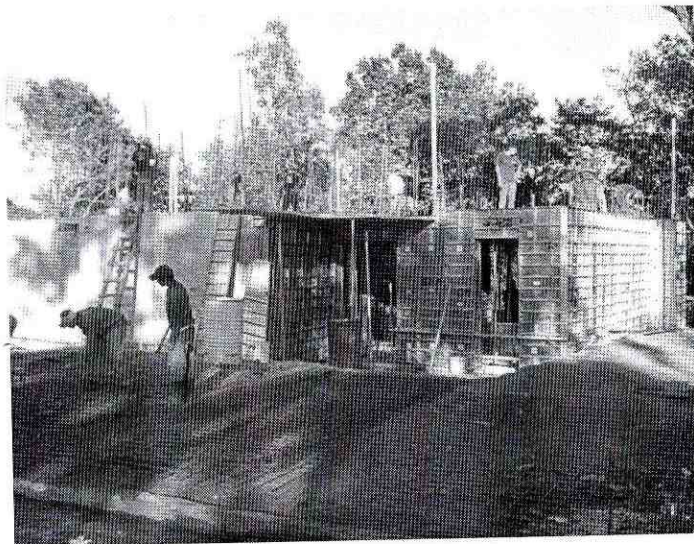


Ilustración No. 50
Puntales y vigas I "Encinos 6 de Cayalá"

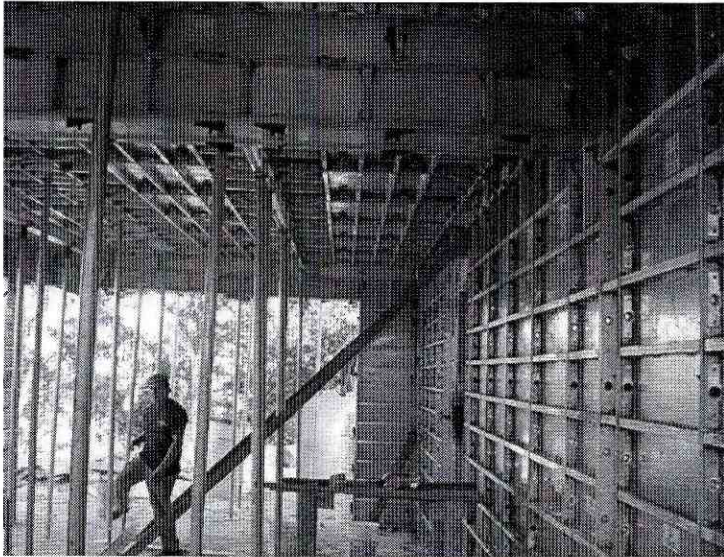


Ilustración No. 51
Muros de la primera fase, segundo nivel "Encinos 6 de Cayalá"

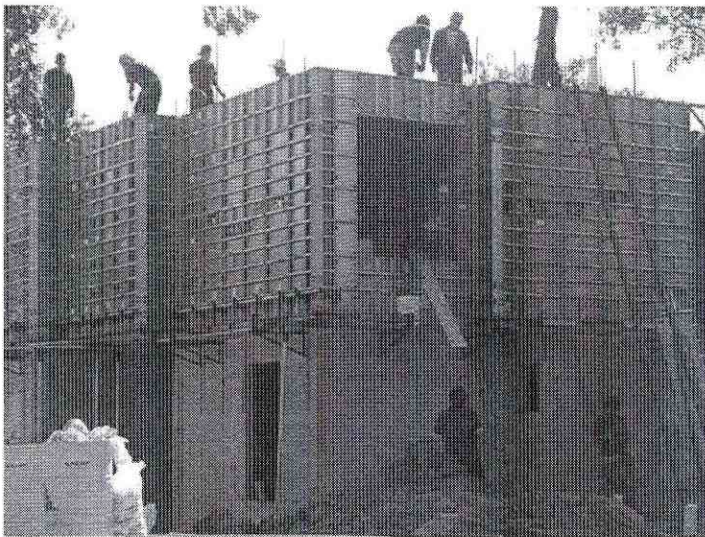


Ilustración No. 52
Electromalla de la losa, segundo nivel "Encinos 6 de Cayalá"

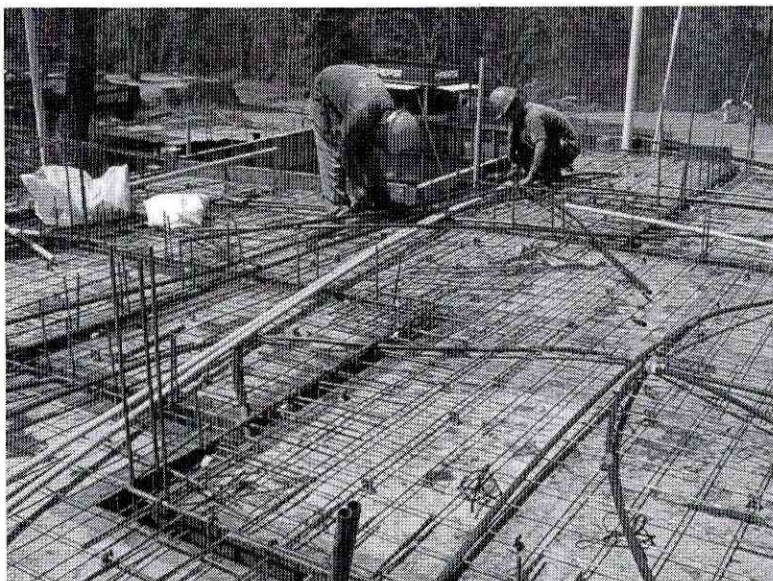


Ilustración No. 53
Vigas I segundo nivel "Encinos 6 de Cayalá"

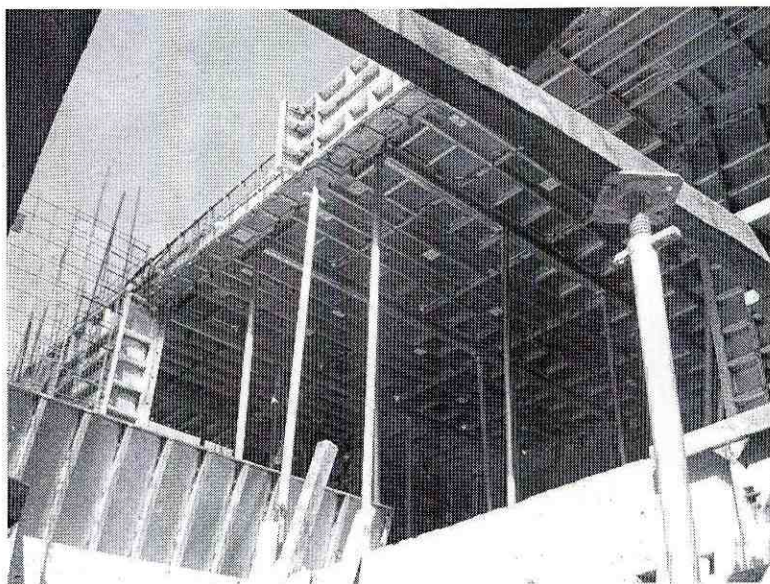


Ilustración No. 54
Muros y losa, segunda fase del segundo nivel "Encinos 6 de Cayalá"

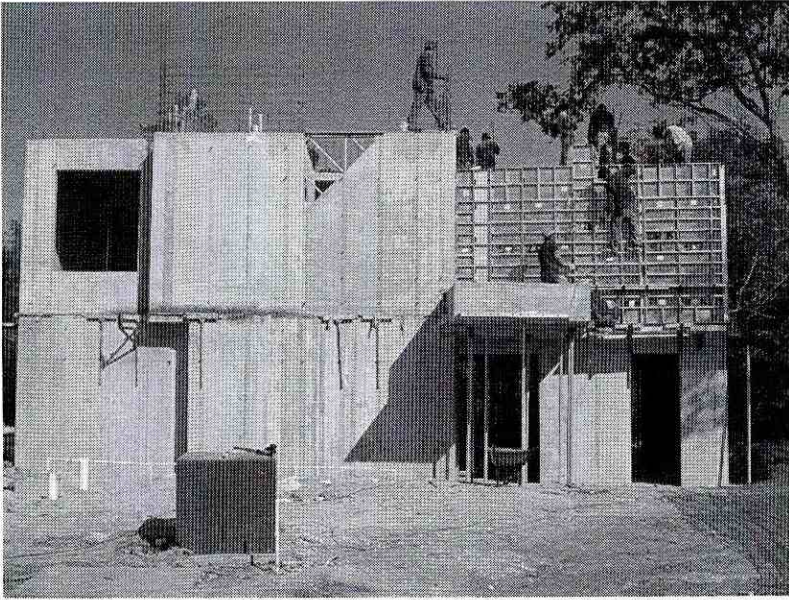


Ilustración No. 55
Muros y losa del ático "Encinos 6 de Cayalá"

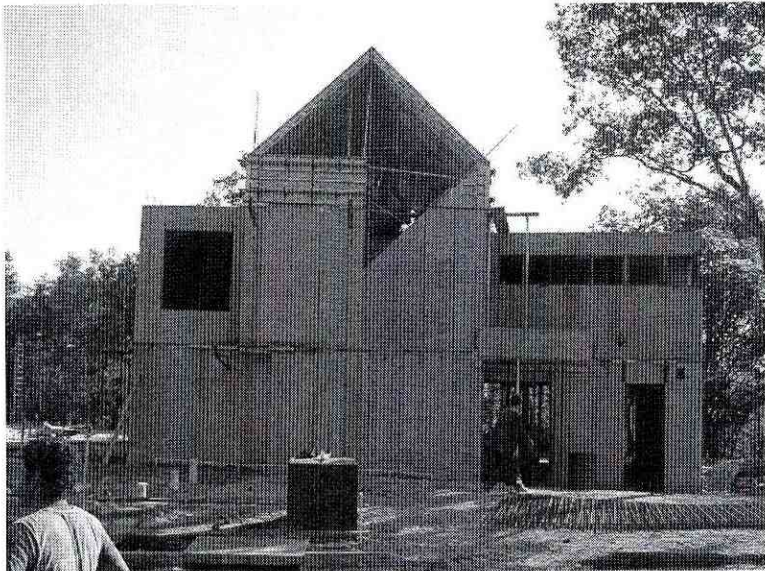


Ilustración No. 56
Casas en serie "Encinos 6 de Cayalá"



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En cuanto a vivienda se refiere, las demandas del mercado son claras. El constructor debe buscar entonces, la forma de obtener una vivienda de bajo costo, durable y de alta calidad; que le resulta difícil lograr bajo una línea tradicional de construcción.

La utilización de la formaleta de aluminio en el proceso de construcción resulta una alternativa más eficiente, ya que es un método rápido, simple, repetitivo, integral, de indudable calidad y rentable, capaz de cumplir con las nuevas exigencias.

El sistema de formaleta modular se caracteriza por lograr una mayor **velocidad** de construcción. La ligereza de peso por su material facilita el manejo de piezas de gran tamaño para el montaje, desmontaje, transporte y su limpieza, y no se requiere de ningún tipo de maquinaria para ser operado.

El sistema es rápido, obteniendo como resultado que los contratistas doblen o tripliquen la productividad de sus cuadrillas.

La simplicidad del sistema, basado en repeticiones de procesos similares, y un sistema sencillo de pasadores, cuñas y separadores para el montaje de la formaleta, permite la utilización de **mano de obra** no especializada con la cual se logra una productividad muy alta, con un periodo corto de capacitación y aprendizaje. Además sus **accesorios son cien por ciento recuperables**.

Otra de las diversas ventajas del sistema de formaleta radica en los materiales utilizados, ya que al emplear concreto y acero, se esta asegurando su disponibilidad en cualquier cantidad y lugar. Esto aminora el problema con el que se enfrenta el sistema tradicional, ante los proveedores sin capacidad de abasto y la variabilidad en la calidad de sus materiales.

Una de las ventajas más significativas de utilizar la formaleta de aluminio en el proceso constructivo, es que se logran **costos menores** que en el método tradicional de construcción. La simplicidad del sistema da como resultado un menor número de operaciones y tiempos de ejecución menos prolongados, contrario a la compleja infraestructura administrativa de supervisión y control de obra que caracteriza al método tradicional; además del evidente alto volumen de desperdicio de material.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

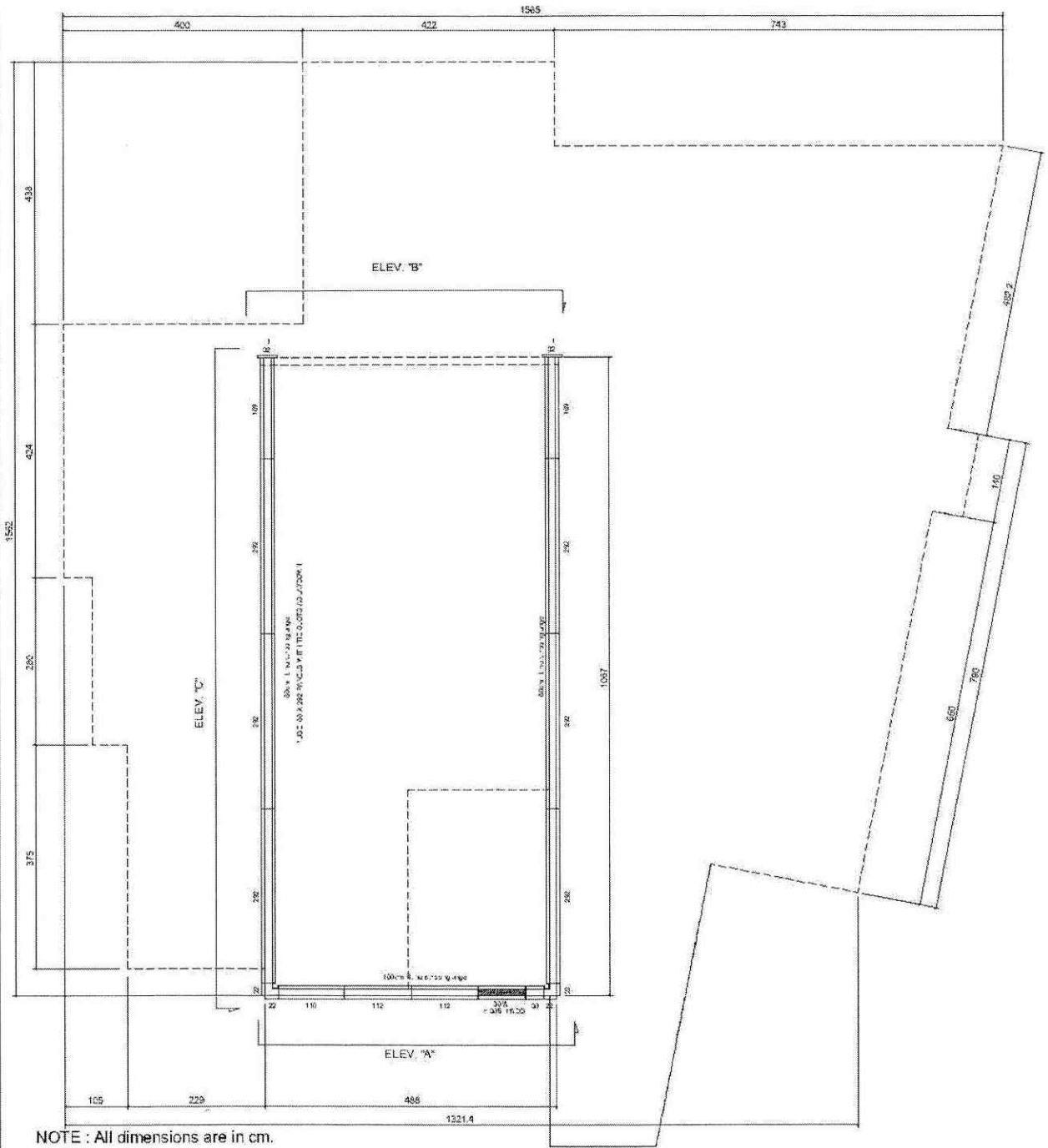
1. ACI, 2005. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-05) and Commentary (ACI 318R-05). 430 pags.
2. Catálogo Internacional de Productos, Wall-Ties & Forms, Inc.
3. McCormac, Jack C. 2001. Design of Reinforced Concrete. 5ª Edición. New York. 738 pags.

Referencias de Internet

1. <http://www.wallties.com/>
2. http://www.wallties.com/concrete_forms.htm
3. http://www.wallties.com/concrete_form_accessories.htm

III. APÉNDICE

FIFTH SETUP



GUATEMALA

CASA CAYALA - TYPE 1

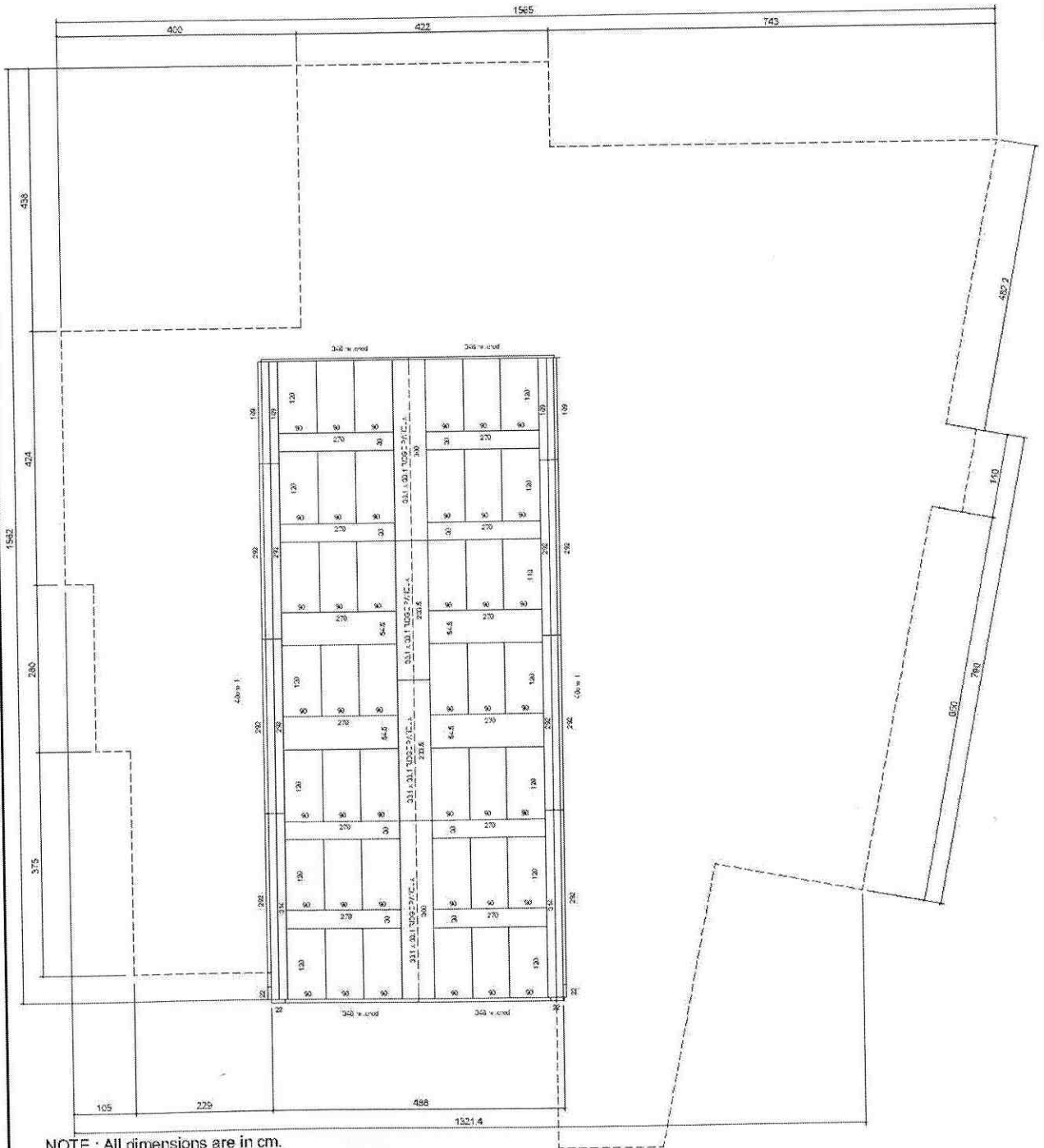
WALLS - ATTIC LEVEL
 PANEL LAYOUT

WALL-TIES & FORMS, INC.

| |
|----|
| PL |
| 3 |

Imob 06.24.05

FIFTH SETUP



GUATEMALA
CASA CAYALA

DECK PANELS- ATTIC LEVEL
PANEL LAYOUT
WALL-TIES & FORMS, INC.

PL
6

mob 06.24.05