

# MANUAL DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON FORMALETA DE ALUMINIO

Presentado por

**GLENDY CATALINA FLORES LEAL**

Para optar al Título de

**ARQUITECTA**



FACULTAD DE ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, Febrero 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA



MANUAL DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS  
CON FORMAleta DE ALUMINIO

Tesis profesional al conferírsele el título de  
ARQUITECTA  
en grado de Licenciatura a

GLENDY CATALINA FLORES LEAL

Guatemala, febrero de 2010.





FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

*MANUAL DE  
SUPERVISIÓN  
DE VIVIENDAS  
CONSTRUIDAS  
CON  
FORMALETA DE  
ALUMINIO*





## MIEMBROS JUNTA DIRECTIVA

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Vocal II	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
Vocal III	Arq. Carlos Enrique Martini Herrera
Vocal IV	Maestra Sharon Yanira Alonzo Lozano
Vocal V	Br. Juan Diego Alvarado Castro
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Examinador	Arq. Lionel Enrique Bojorquez Cativo
Examinador	Arq. Martin Enrique Paniagua Garcia
Examinador	Arq. Nery Williams Garcia de Leon
Asesor	Arq. Lionel Enrique Bojorquez Cativo
Consultor	Arq. Martin Enrique Paniagua Garcia
Consultor	Arq. Nery Williams Garcia de Leon



## DEDICATORIA

### ACTO QUE DEDICO:

- A Dios: Por su Presencia Divina en mi vida,  
por darme fortaleza para llegar hasta aquí,  
por darme inteligencia, por permitirme soñar,  
por darme alegrías y tristezas, triunfos y fracasos,  
por toda mi familia, por mis amigos,  
motivos para seguir siempre adelante... y gracias por  
quedarte siempre conmigo.
- A mis padres: Ing. Osberto Rolando Flores Leiva  
Sra. Blanca Rosa Leal de Flores.  
Gracias por el ejemplo, por las enseñanzas, que mis  
logros sean un premio en agradecimiento a todos  
sus esfuerzos y apoyo para cumplir esta meta...  
Infinitas gracias por todo.
- A mi esposo: Livio Constantino Lezana Veliz. No tengo palabras  
para darte gracias, por el amor, el apoyo,  
la comprensión. Por todos los logros, y los momentos  
gratos que he pasado a tu lado.
- A mi hija: María Marcela, motor de mi vida, corazón de mi corazón,  
Luz de mis ojos, te agradezco por hacer mi vida tan dulce,  
tan feliz, tan llena de todo, ya tengo más tiempo para jugar  
contigo...y dedico mi triunfo con todo mi amor para ti, que  
éste sea un ejemplo que puedas superar.
- A mis hermanos: Faby, Otman, Omar y Lucky, por todas las hazañas juntos.  
Por todo el cariño y los consejos; mi más anhelado sueño  
sea un éxito compartido con ustedes, los amo.
- A mis todos mis primos: Gerardo, Carolina, Loren, Claudia, Andrea, Raúl, Yesenia, Norma,  
Sheny, Hno. Eduardo de María, con cariño.
- A mis tías y tíos: Especialmente a Aura Violeta (tía Chiqui), tía Zoila,  
Tía Alis, tía Tete, tía Yoli, tía Chayo, a todas con mucho cariño,  
muy agradecida por todos sus consejos.



A todos mis sobrinos y sobrinos	Ariana, Dianita, Estefanía, Alisson, Juan Pablo, Gaby, Dany, Antonio, Inés, Fernando, Ricardo, Paola, Jeshua, Elizabeth, Daniela Eunice, María José, Dulce, Diego y Pablo Andrés a todos con Cariño.
A mis suegros:	Artemio Evelio Lezana Anzuetto (Q E P D) Ana María Veliz T. viuda de Lezana, Por su gran apoyo, su paciencia, su tolerancia, los desvelos y el cariño brindado todos estos años, Muchas Gracias.
A mis cuñadas y cuñados	Alba Mireya Lezana Veliz y Juan Pablo López, Rosario Castillo de Flores, Carlos Solares Escobar, Marco Aurelio de la Roca y Dailin Rodríguez,
Al Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas	Agradezco a esta noble institución, el apoyo brindado para lograr este triunfo, mil Gracias.
A mis jefes y compañeros de trabajo	Arq. José Antonio Jáuregui, Arq. Daniel López, Ing. Ramiro Callejas, Ing. Ricardo Álvarez, Arq. Herman Padilla, Arq. Claudio Piedrasanta, Ing. Fernando Alonzo, Arq. Julio Guzmán, Sra. Ericka Letran de Sáenz, Bryan Oroxon a todos muchas Gracias por su amistad y su paciencia.
A mis compañeros y amigos de estudio	Gracias por todos los gratos momentos y la ayuda en aquellos días de desvelo y entregas de taller; deseo a todos, éxitos en su vida profesional y bendiciones para su familia.
A mis centros de Estudio	Colegio Eugenio Pacelli, Escuela Virgen Poderosa Casa Central, Instituto Técnico de Bachillerato en Construcción y esta Alma Mater, Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde dejo gratos recuerdos.
A mis asesores de Tesis	Arq. Lionel Enrique Bojorques Cativo Arq. Martín Enrique Paniagua García Arq. Nery William García de León, por toda la atención brindada y el apoyo para que este trabajo sea una realidad.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera  
Contribuyeron con este trabajo de investigación,  
**Muchas Gracias.**









# ÍNDICE

## CAPÍTULO I – INTRODUCTORIO

I. INTRODUCCIÓN	19
Ii. <i>Objetivos generales</i>	20
Iii. <i>Objetivos específico</i>	20
Iv. <i>Planteamiento del manual</i>	21
V. <i>Justificación</i>	21
Vi. <i>Delimitación del manual</i>	21
Vii. <i>Legislación</i>	22
Viii. <i>Metodología</i>	22
Ix. <i>Antecedentes</i>	26

## CAPÍTULO II - MARCO CONCEPTUAL

1. <i>Ventajas del acero como material estructural</i>	35
2. <i>Desventajas del acero</i>	35
3. <i>Especificaciones y códigos de construcción aceros estructurales</i>	36
4. <i>Cargas</i>	37
5. <i>Supervisión</i>	41
6. <i>Bitácora de obra</i>	42
7. <i>Ejecución</i>	45
8. <i>Aditivos</i>	46
9. <i>Desmoldantes</i>	48

## CAPÍTULO III - MARCO LEGAL

10. <i>NORMAS</i>	52
-------------------	----

## CAPÍTULO IV – MARCO REFERENCIAL INTRODUCCION AL SISTEMA DE FORMALETAS DE ALUMINIO

11. Formaletas de aluminio	68
12. Ventajas del sistema constructivo	73
13. Beneficios	74

## CAPÍTULO V – PROCESO CONSTRUCTIVO

14. Campamento	77
15. Preliminares	78
16. Instalaciones eléctricas subterráneas	85
17. Estructuras	91
18. FUNDICION DE LOSA DE CIMENTACIÓN	96
19. Asentamiento de Cono	98
20. Niveles en la Cimentación	98
21. Limpieza de molde de cimientos	100
22. Limpieza de losa de cimentación	101
23. Curado de Losa de Cimentación	101
24. Trazo de muros o ambientes	102
25. Colocación de u tope	103
26. Colocación de los tubos inst. Sanitarias, hidráulicas y eléctricas entre electromalla para muros	106
27. Colocación de electromalla en muros	109
28. Manejo correcto de la formaleta	113
29. Aplicación del desmoldante	114
30. Curado de la formaleta para muros	115
31. Colocación de formaletas para muros	115
32. Fundición de muros	119
33. Colocación de formaleta de entrepiso	123

34. Concreto de losa de entrepiso	125
35. Fundición de losa de entrepiso	126
36. Desarmado (desmoldar)	131
37. Desarmado de muros	131
38. Desarmado de losas	131
39. Limpieza de formaleta	132
40. Gradadas o escaleras	134
41. Segundo nivel	135
42. Instalación de andamios	136
43. Juntas de dilatación	136
44. Juntas frías	137
45. Acabados	140
<b>CAPÍTULO VI – ANEXOS</b>	
51. Resumen fotográfico de la secuencia del proceso constructivo del sistema de formaletas	151
52. Resumen fotográfico de la secuencia del armado del sistema de formaletas	193
53. Grietas en el concreto	203
54. Análisis Comparativo	211
55. Durabilidad de las formaletas	219
56. Herramientas	224
57. Programa de ejecución, ejemplo de proyecto	228
58 Seguridad en Obra	230
59. GLOSARIO	235
60. CONCLUSIONES	239
61. RECOMENDACIONES	243
62. BIBLIOGRAFÍA	247









## I. INTRODUCCIÓN

Se presenta un trabajo de investigación arquitectónica en el campo de la vivienda, fortaleciendo y actualizando la información como apoyo para un nuevo sistema constructivo, específicamente proponiendo el proyecto: **MANUAL DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON FORMAleta DE ALUMINIO**; situándolo protagónicamente como factor coyuntural para el desarrollo de la construcción, bajo los cánones de funcionalidad, economía y seguridad para los usuarios; así como de eficiencia técnica para quienes laboran en ellas.

La propuesta concreta de este Manual es dar a conocer el Sistema Constructivo que actualmente está teniendo mucho auge en nuestro país, el presente análisis explica el por qué muchos promotores de vivienda están trabajando con un sistema que va orientado a la industrialización de la misma, generando bajo costo y optimizando el tiempo en la ejecución de obra.

En Guatemala actualmente se considera un 69% de déficit habitacional, quedando el porcentaje restante, el 31%, del cual un 10% adquiere su vivienda al contado y el 21% la adquiere financiada con altas tasas de interés, que muchas veces conlleva a dejar la vivienda en manos de una entidad bancaria.

La propuesta concreta tiene la finalidad de contribuir con un **MANUAL DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON FORMAleta DE ALUMINIO** según el contexto particular de Guatemala, que sea práctico y fácil de interpretar.

Además, el interés de investigar la problemática referida, proporciona a la Facultad de Arquitectura y otras entidades interesadas en este campo, un documento informativo y de consulta, ya que no existe para un contexto específicamente guatemalteco, uno que indique de manera gráfica y didáctica: procesos,

Parámetros, normas y especificaciones de dicho sistema constructivo; sino que de acuerdo con las necesidades de cada constructor y según criterios tradicionales, se construye arbitrariamente, sin tomar las medidas de seguridad y eficiencia constructiva que integren colectivamente las necesidades comunes.

El proceso metodológico de la investigación considera:

- Realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos actuales.
- Diagnosticar y proponer los aspectos relevantes a intervenir.
- Plantear las propuestas de intervención integral como resultado del diagnóstico, en un **MANUAL DE SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON FORMAleta DE ALUMINIO**.

Es así como este proyecto de investigación universitaria, durante todo el proceso plantea mejorar la calidad en cuanto a la seguridad de los usuarios, expuestos en cualquier momento a situaciones de riesgo; asimismo, la optimización en cuanto al funcionamiento del sistema constructivo que se propone según su tipología y capacidad de optimización técnica.

---

1. Boletín Informativo FHA No. 3, octubre-diciembre 2006, Pág. 3-6, Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, Guatemala, ciudad.

La proyección de los resultados expuestos en este documento pretende, el replanteamiento ligado al mejoramiento, en cuanto a la importancia de optar por un sistema constructivo que propenda a bajar los costos en nuestro país es de urgencia nacional, ya que actualmente se trabajan casas con un sistema tradicional que implica más tiempo y mayor costo; la calidad del sistema constructivo depende también de la divulgación de toda la información posible bajo la modalidad de un documento guía convenientemente diseñado como producto una investigación responsable.

La información del sistema referido redundará en economía del tiempo invertido para la demanda de vivienda requerida y, por consiguiente se contribuirá al mejoramiento del proceso en cuanto al rendimiento técnico constructivo. Además, el sistema en sentido económico, también representa desarrollo sostenible en sentido ecológico.

Trabajando por el mejoramiento de la calidad de equipamiento urbano, la Universidad de San Carlos de Guatemala y su autoridad, la Facultad de Arquitectura explicita los resultados de esta investigación de alta calidad académica. Por el compromiso que todo estudiante tiene con su nación, y en este caso particular con el fortalecimiento de los sistemas constructivos que solucionen la problemática habitacional en Guatemala, es gratificante contribuir en mínima parte con su desarrollo.

## II. Objetivos Generales:

1. Conocer la **Aplicación del Sistema de Formaleta**, Placas de Aluminio y Fundición in Situ, como un elemento Constructivo Industrializado, para resolver el problema de falta de vivienda, generando así una solución modular y progresiva.
2. **Establecer conceptos y fundamentos en el Proceso Constructivo de este Sistema**, Presupuesto y Control de obra, que incidan directamente en el costo final de un proyecto.
3. **Proporcionar una Guía Teórica del Sistema de Formaleta**, para facilitar el desarrollo del mismo, por medio de una descripción en una forma práctica, simple y ordenada.
4. Dar a conocer qué tipos de formaletas existen en el campo, concreto reforzado, muros de concreto y su resistencia; como también **análisis comparativos** sobre costos, rapidez y calidad contra el sistema tradicional de mampostería, por ejemplo: las viviendas de dos niveles fundidas monolíticamente de concreto con formaleta se terminan en obra gris en término de 25 días, en relación con una vivienda de mampostería que se termina en obra gris hasta en un tiempo de tres meses.

## III. Objetivo Específico:

Con este tema de estudio se propone una opción para resolver el problema de Déficit Habitacional que actualmente se vive en nuestro país, con el Sistema de Formaletas, se da a conocer un sistema con el que se podrá fundir una unidad habitacional completa día a día, propuesta que se convierte en una solución viable para contrarrestar dicho problema.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL MANUAL:

Se plantea la idea de recopilación de las características del sistema de formaletas, ya que no hay un documento que integre todo el proceso constructivo de dicho sistema.

Actualmente existen documentos realizados por empresas privadas que se dedican a promover el uso de formaletas de distintos materiales (metálicas, aluminio, madera, fibra de vidrio y fibras de plástico como el poliuretano) tanto a nivel nacional como internacional.

Se propone que el Estado ponga a disposición del Ministerio encargado de proveer vivienda social, una formaleta para fundición modular.

En este documento se aportan características sobre el sistema constructivo y las experiencias y avances que ha logrado dentro de la construcción a nivel nacional, presentando enfoques técnicos y administrativos los cuales reúnan:

- **Antecedentes:**  
Breve historia de los Sistemas Constructivos y cómo llegó la idea de la Formaleta para industrializar la vivienda y la adquisición de la misma.
- **Sistema Constructivo:** Proceso + ejecución, optimización de recursos, estudio del concreto, evaluación final.
- **Prefactibilidad:** Planificación y Costo (como incide en la constante tiempo-costos).

#### V. JUSTIFICACIÓN:

La Intención y el Interés de trabajar un documento que reúna las características generales del sistema constructivo con la utilización de formaletas, surge con la Idea de reunir toda la información posible y crear un documento completo dirigido principalmente a profesionales, técnicos de la construcción, estudiantes de ingeniería y arquitectura que necesiten una fuente escrita sobre el tema para establecer conceptos.

#### VI. DELIMITACIÓN DEL MANUAL:

La delimitación del tema específicamente se enmarca en cuatro parámetros y sus interacciones, siendo estos:

1. Características Generales del Sistema
2. Tiempo-Costo
3. Marco Legal
4. Conclusión Final

##### I. Características Generales del Sistema de la construcción de Viviendas con Formaleta y Fundición in Situ:

Un proceso de industrialización exige una mística de trabajo, los pasos a seguir en la industrialización, consisten en:

- a. Identificar y analizar los procesos repetitivos y optimizarlos.
- b. Crear una cadena de producción y montaje para cada proceso y para la red de actividades en general.
- c. Plantear los mecanismos de control y retroalimentación.
- d. **Proceso Constructivo + Trabajo de Campo:** De aquí se deriva lo que llamamos:

**1.2 Programación de Ejecución:** en la cual se desglosa actividad por actividad, de tal forma que se contiene en los siguientes rubros:

- 1.2.1 Cimentación
- 1.2.2 Instalaciones por nivel
- 1.2.3 Muros y losas de entrepiso
- 1.2.4 Fraguado
- 1.2.5 Forjados, resanes y tallados.
- 1.2.6 Entrega de obra gris
- 1.2.7 Fase de acabados (piso, texturizado, pintura).
- 1.2.8 Ventanearía y puertas
- 1.2.9 Instalación final eléctrica

**Marco Legal:** Indicador de referencias sobre normas que aprueban este sistema.

#### 2.1.1 Legislación

- a. REGLAMENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
  - b. FHA
  - c. Códigos ACI
  - d. ASTM
3. Tiempo-Costo: lo cual es significativo para la optimización de recursos, todo proyecto que se planifica y se ejecuta bajo la premisa de optimización de los elementos repetitivos, se encamina sobre la base de creación de:

#### 3.1 Cadenas de Producción o de Montaje, lo cual significa:

Asignar un tiempo de ejecución en función del tiempo de ejecución del proyecto total. Las actividades pueden prolongarse o reducirse hasta ciertos límites en función de los recursos asignados.

**Conclusión:** en este último parámetro, se pretenden determinar los criterios de planificación que permiten la optimización de los recursos que reflejen una economía significativa en el costo final del proyecto.

## VII. METODOLOGIA:

**í.** En el desarrollo general del presente trabajo se empleará el **Método Científico**, el cual consiste en el conjunto de postulados y procedimientos generales que guían la investigación, y que permiten tener un conocimiento objetivo de ciertos fenómenos de la realidad concreta; con el paso del tiempo prevalece la posibilidad de ajustarlo y enriquecerlo según las exigencias que impone la realidad concreta al proceso de investigación.<sup>2</sup>

**íi.** Se planteará inicialmente un **Marco Conceptual**, en el cual se especificarán los elementos teóricos generales y particulares; así como los conceptos básicos en los que se apoyará el estudio, a través de la investigación bibliografía relativa al tema en libros, revistas, tesis, manuales<sup>3</sup>.

**íii.** Posteriormente se recopilará información del objeto de estudio y su contexto para poder realizar un **Diagnóstico del Sistema Constructivo de acuerdo con Formaletas**, en el que se toman en cuenta los antecedentes históricos, desde su formación a la actualidad, investigando en todas las fuentes de recopilación de datos, tales como:

- Tesarios
- Libros de Sistemas Constructivos y su Evolución
- Revistas de Construcción
- Manuales de Construcción y Supervisión
- Internet
- Brosures de Empresas de Formaletas
- Normas y Reglamentos de Construcción
- Instituciones: Instituto Nacional de Estadística (INE), Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI), Fomento de Hipotecas Aseguradas (FHA), Asociación Nacional de Constructores de Vivienda (ANACОВI).

iv. Inmediatamente se iniciará con el Trabajo de Campo, para determinar:

- Aspecto social - Déficit Habitacional, Situación demográfica y socioeconómica.
- Ventajas y desventajas del Sistema Constructivo -Vrs- Sistema Constructivo Tradicional.
- Aplicación del Sistema a terrenos conformados por (Plataformas)
- Levantamiento Fotográfico

v. Con esta información las políticas y normas de Vivienda de Interés Social, se realizará un estudio comparativo; del cual por medio del Método Deductivo, se obtendrán las premisas del diseño, de donde se partirá para el desarrollo de la propuesta.

#### METODOLOGIA

OBJETIVO (¿Qué?)	INSTRUMENTO (¿Con qué?)	INDICADOR (¿Para qué?)
1. Definir y aplicar variables de los sistemas constructivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuadros de comparación</li> <li>✓ Matrices de diagnóstico</li> </ul>	- El Mejor uso tangible del sistema constructivo
2. Análisis de las condiciones físicas y proceso constructivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Levantamiento de campo</li> <li>✓ Entrevistas y encuestas a profesionales sobre sistema constructivo empleado</li> <li>✓ Observaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar estados actuales de viviendas donde se utilizó el sistema de formaletas</li> <li>- Problemas y reparaciones físicas generadas a la infraestructura de la vivienda</li> </ul>
3. Plantear criterios	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Premisas generales de diseño basados en normas para construcción de viviendas mínimas</li> </ul>	- Propuesta de vivienda de interés social en serie

-Método Científico como base

---

2. Monzón García, Samuel Alfredo, "Introducción al Proceso de la Investigación científica". México, Editorial Trillas, 1996  
 3. Mario Tamayo Metodología Formal de la Investigación Científica, México, Editorial Trillas, 1995.





ANTECEDENTES



## I. ANTECEDENTES

**Reseña:** Sobre los antecedentes de un sistema industrial de construcción para viviendas en serie con formaleta, se conoce que existen moldes portantes de metal donde se realiza la fundición de paneles de concreto, que después deben ser transportados hacia al lugar y luego realizar el montaje de los mismos, sistema que nació en Europa<sup>4</sup>.

Sobre formaletas de aluminio portátiles para la construcción de viviendas en serie según investigación, las norteamericanas y colombianas están teniendo mucho auge a nivel latinoamericano.

### a. INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA:

La industrialización de la vivienda: se le conoce como al conjunto de operaciones y procesos para la construcción modular de viviendas en serie<sup>5</sup>.

Se sitúa en Europa comenzando con España, la cual se inicia en la década de los sesenta, con la urgencia de construir un alto número de viviendas, donde obliga a los promotores a buscar soluciones constructivas.

En cuanto a las fluctuaciones de vivienda en el Reino Unido fueron las casas individuales tipo mecano ligero, las que se desarrollaron ya dentro del sistema métrico decimal. Este país ha mostrado gran interés en la construcción modular con concreto, ha editado diferentes normas al respecto, uniformando por ejemplo, las alturas de las viviendas sociales a 2,60 m. norma que se ha convertido en obligatoria<sup>6</sup>.

La vivienda social danesa representa un 15% del parque inmobiliario danés, se caracterizan por una excelente calidad, dado que en Dinamarca se lleva más de treinta años utilizando componentes de hormigón, entre paneles de metal forjados y fachadas. En Finlandia surgió un acuerdo de la creación de un mecano nacional, puesto a dominio público, aplicando la coordinación modular y avalando la fundición en el sitio.

Desde 1973 existen Normas Modulares que son obligatorias para todas las viviendas sociales en Europa<sup>6</sup>.

### b. INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA EN GUATEMALA:

En Guatemala la industrialización de la vivienda no tomó mayor auge, sino hasta la madrugada del 4 de febrero de 1976 fecha que marcó la vida de muchos guatemaltecos, cuando un violento terremoto cegó la vida de 23 mil personas y dejó sin vivienda a millón y medio. Comenzó entonces a partir de 1977 un proceso en sus inicios lento de industrializar la vivienda, con proyectos avalados por el BANVI, en donde se inicio a trabajar el block y las losas tradicionales.<sup>7</sup> Existen normativas, como las del Fomento de Hipotecas Aseguradas, las cuales surgen en 1966, fueron las primeras normas específicas para proyectos habitacionales a nivel nacional, posteriormente fueron promulgadas hasta 1991 las Normas Estructurales de Diseño y Construcción para la República de Guatemala y se crea la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES)<sup>7</sup>.

4. LITGHTWEIGHT CONCRETE. Editorial Limusa – Wiley, S.A. 1967

5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos, Reservados 2002. Editorial REVERTE3.

6. José Antón Tneó Marquet, Historia de la construcción y de la cadena de la industrialización, Editorial Montesinos, España, 2007.

7. Documento 6466, Sector Vivienda, Tecnologías e investigación, Guatemala, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, División de Desarrollo Urbano y Rural, FOGUAVI, Guatemala 2001.

### c. ANTECEDENTES DEL CONCRETO:

El concreto es uno de los materiales constructivos más durables, tiene un ciclo de vida de más de 100 años. Es resistente al fuego, al viento, corrosión, plagas de insectos y no se pudre. Se pueden distinguir tres etapas en el desarrollo tecnológico del concreto, según los actuales antecedentes<sup>5</sup>:

Una **primera etapa** abarca principalmente el período comprendido entre 7.000 años Antes de Cristo hasta las cercanías del siglo I AC. y se caracteriza por la utilización de aglomerantes en la unión de bloques constituidos por materiales naturales (roca) y materiales elaborados (ladrillos cerámicos). El primer aglomerante fue aparentemente la arcilla, posteriormente se utilizó el yeso, principalmente en las construcciones egipcias<sup>5</sup>



Foto # 1 :  
LITGHTWEIGHT  
CONCRETE, Limusa

La **segunda etapa**, corresponde al importante desarrollo tecnológico logrado por los romanos desde el siglo I AC, que les permitió obtener un concreto semejante al que conocemos hoy. Además de constituir un producto que ligaba bloques, podía utilizarse, mezclando **puzolana**<sup>5</sup> con cal, materiales pétreos y cascotes de ladrillo.

5. Gómez, Daniel, "Estudio de Metodología de Ensayo para Calificación de Áridos", de la Comisión "Tecnología del Hormigón", Colombia, Editorial La Red, 2003.

En el siglo XIX, se inicia la **tercera** y actual etapa en Francia e Inglaterra, el cemento como ligante hidráulico, complementado a comienzos del pasado siglo con la utilización, en Italia, de los cementos puzolánico. El cemento fue desarrollado a partir de las investigaciones del francés Vicat en 1818 y del escocés Aspdin, quien lo patentó en 1824 con el nombre de cemento Portland<sup>5</sup>.

Por primera vez se produjo el concreto aireado con bomba generadora de espuma en Suecia en 1929, y su empleo durante los primeros años se destinó exclusivamente a la fabricación de bloques.

### d. DESARROLLO DEL CONCRETO EN LATINOAMERICA:

A mediados de 1906 se produce la apertura de la Fábrica de Cemento Melón, la primera en Sudamérica<sup>6</sup>.

En Brasil el concreto celular ha alcanzado un auge importante en monumentos y estatuas ostentosas de gran tamaño y poco peso, asimismo, es utilizado en viviendas de nivel social para la fabricación de muros aislantes térmicos y acústicos.

Mientras en Argentina el concreto celular ha sido implantado a través de bombas generadoras de espuma y en la construcción de bloques de gran tamaño y poco peso, en plantas de prefabricados como Ardal (firma alemana constituida en Argentina).

Venezuela emplea el concreto celular para vivienda industrializada, losas de pavimentación y rellenos, actualmente Concrecel Venezuela distribuye concreto para fundir in-situ y Geomateriales y Obras Civiles Rhen que distribuye bombas generadoras de espuma con tecnología colombiana<sup>8</sup>.

México con Cemex trabaja el concreto vendiéndolo como concreto móvil para ser colado in -situ y es utilizado para aliviar cargas muertas en estructuras; así también la empresa COMIMSA (Corporación Mexicana de Investigación en Materiales) investiga y crea nuevas tendencias aplicando el concreto en construcciones sociales industrializadas y su novedoso sistema de muros IZADOS Y FUNDIDOS IN SITU.

En Colombia existe una empresa de concretos que lleva realizando investigaciones desde hace quince años, tanto así que ha desarrollado la maquinaria completa para diferentes usos de bombas generadoras de espumas, aditivos y mezcladoras, se han exportado más de 55 unidades para generar concreto celular<sup>8</sup>.

En Latinoamérica existe un muro invisible para el desarrollo del concreto, ya que la idiosincrasia del consumidor opta por los sistemas tradicionales pesados, es por esto, que la divulgación del concreto debe comenzarse a partir de sus propiedades físicas y bondades económicas<sup>8</sup>.

#### **e. HISTORIA DEL CONCRETO EN GUATEMALA:**

Como protagonista en la industria de la construcción en Guatemala, Cementos Progreso es un ingrediente primordial en el desarrollo del país a través de 107 años. Su evolución ha marchado a la par de las cambiantes necesidades del mercado<sup>9</sup>.

Cementos Progreso aparece como una de las industrias más notables desde principios del Siglo XX, específicamente en el año 1899, año en que se fundó la empresa; una serie de terremotos en 1917 hizo evidente la importancia de construir edificios con concreto reforzado y para cumplir este reto, se precisaba de una inyección de capital que hiciera crecer la fábrica.

La gran depresión americana tuvo repercusiones en Guatemala, con una seria caída en la producción en el sector construcción en 1933 la producción cayó de 14,000 toneladas métricas anuales a 4,000, por lo que la empresa se vio en la necesidad de reducir en un 50% su producción. Resurge poco a poco, Guatemala empezando a inaugurar grandes obras fabricadas como el Estadio Nacional Mateo Flores por 1953, la producción aumenta a 93,000 toneladas métricas anuales<sup>9</sup>.

También nace la idea de la transportación del Concreto Premezclado iniciando operaciones el 26 de noviembre de 1954.

Mixto Listo empieza contando únicamente con una planta de producción de concreto Premezclado. Ya en 1958, la fuerte demanda obliga a su expansión, lo que permite que se monte la segunda planta, la cual aún se ubica en la zona 12 de la ciudad de Guatemala<sup>9</sup>.

Entre las principales obras realizadas por Mixto Listo a lo largo de su historia figuran El Banco de Guatemala, El Trébol, Aeropuerto Internacional La Aurora, Crédito Hipotecario Nacional, Represa Jurum Marinará, Edificio de Finanzas, Puente del Incienso, Pavimento de la

---

9. Reseña Histórica Cementos Progreso, Publicación Topbrands 2007, Pág. 70 y 71, Ref. [www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com](http://www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com).

Avenida Reforma, Gran Teatro Nacional Miguel Ángel Asturias y Banco Industrial, obras que desde 1954 han contribuido al desarrollo de Guatemala<sup>10</sup>.

Las décadas de los años 70 y 80 marcan otra expansión de la construcción. En sus inicios Mixto Listo sólo fundía hasta un tercer nivel, sin embargo cuando se compró la primera bomba impulsora de concreto se podían fundir edificios más altos; la historia de este primer equipo adquirido es que 1963 una de sus primeras fundiciones realizadas fue el Puente del Incienso, llegaron a necesitar tanto concreto que incluso hubo períodos de hasta 17 días continuos que se trabajó con tal que el concreto quedará de la mejor calidad y no diera problemas a los ingenieros encargados de la obra<sup>10</sup>.



Foto # 2: Cementos Progreso.

También nace la idea de la transportación del Concreto Premezclado, iniciando operaciones el 26 de noviembre de 1954. Foto: Topbrands.

## f. ANTECEDENTES DEL ACERO

El concreto es el producto elaborado por el hombre más usado en el mundo y es la segunda sustancia después del agua más usada en el mundo. Viene a innovar la construcción en todo el mundo el **concreto armado**, llamado así por la utilización de refuerzos de acero en su interior para hallar mayor rigidez de los componentes de una estructura donde la aleación de ambos materiales son perfectos para la estabilidad de la misma<sup>8</sup>.

## g. PRIMEROS USOS DEL ACERO

- **1819** Se fabrican los primeros ángulos laminados de hierro en E.U.A.
- **1848** William Kelly fabrica acero con el proceso Bessenor en E.U.A.
- **1884** Se terminan las primeras vigas IE de acero en E.U.A. La primera estructura reticular el edificio de la Home Insurance Company de Chicago, es montada.
- William Le Baron diseña el primer "rascacielos" (10 niveles) con columnas de acero recubiertas de ladrillo.
- **1889** Se construye la torre Eiffel de París, con 300m de altura, en hierro forjado, comienza el uso de elevadores para pasajeros operando mecánicamente. La materia prima para la fabricación del acero es el mineral de hierro<sup>8</sup>.

---

8. IBIDEM Pág. 18

9. IBIDEM Pág. 19

10. Reseña Histórica Mixto Listo, Publicación Topbrands 2007, Pág. 27 y 28, Ref. [www.topbrandsguatemala.com/pdf/28-09%listo2mixto.com](http://www.topbrandsguatemala.com/pdf/28-09%listo2mixto.com)

## IX. HISTORIA DEL ACERO EN GUATEMALA

La Arquitectura del Centro Histórico de la Ciudad de Guatemala, con excepción de algunos elementos decorativos de las fachadas de edificios, se desarrolló en base a los mismos criterios de diseño, tecnología constructiva y uso del espacio de la arquitectura colonial de finales del siglo XIX.

De las edificaciones originales, queda poco, las que no fueron destruidas por la acción de los terremotos de 1917 y 1976, han sufrido modificaciones a lo largo del tiempo.

La historia nos refiere a la construcción del Palacio Nacional, la cual fue ordenada por el Presidente Jorge Ubico, en los años 1939 y 1943. Su estilo es una mezcla de arquitectura colonial guatemalteca con influencia neoclásica y francesa, abarca un área de 8,890 m<sup>2</sup>. y es de concreto armado y ladrillo revestido de piedra artificial color verde.

El Palacio Nacional es una de las obras donde se empezó a perfeccionar el uso del concreto armado en Guatemala, ya que se tiene reseña de la utilización de este desde un siglo anterior pero su manejo fue mezclado con adobe y madera<sup>11</sup>.

Avanzando los trabajos del monumental Palacio Nacional. Al fondo el antiguo Edificio de Turismo y Catedral Metropolitana. Año 1939.



Foto # 3: Rafael Morales Sánchez



Foto # 4: Rafael Morales Sánchez.

Supervisión de Ingenieros en el segundo nivel del Palacio Nacional. Foto: Rafael Morales Sánchez. Abajo: Construcción del Segundo Nivel del Palacio, al fondo la Catedral, año 1941.



Foto # 5: Rafael Morales Sánchez.

11. Guatemala, La Historia Inmediata, Susana Jones y Davis Tobis, 2ª Edición, Editorial Siglo XXI, 1997, desarrollo del Acero y la Construcción en Guatemala, 346 pág.



Cabe mencionar que existen otras obras en Guatemala de orden moderno, por ejemplo el Centro Histórico sirve de epicentro a un conjunto arquitectónico, la Catedral, el Palacio Arzobispal, El Portal del Comercio, la Biblioteca Nacional, La Plaza Mayor el encanto del Centro Histórico y de reciente construcción hacia los años 1988 -1992, contando con dos sótanos de parqueos, y una enorme losa fabricada de concreto Armado<sup>11</sup>.

Se conoce que el uso del acero en el siglo XVIII y XIX fue más utilizado para realizar adornos decorativos de hierro forjado, balcones, faroles, balaustres y una gama de grandes decoraciones<sup>11</sup>.

Actualmente en la década de los años 90 y la introducción al los años 2,000, se han construido más de dos mil edificaciones con concreto armado a raíz del desarrollo que nuestro país ha logrado, cada vez más pos-modernistas; sólo por mencionar algunas podríamos citar las edificaciones más recientes de esta década: Oakland Mall, Plaza Fontabella, Galerías Miraflores, Galerías Majadas, Los Próceres, Primma.

Uno de los pioneros en la utilización del acero en Guatemala fue Don Julio Rivera Flores fundador de Aceros Arquitectónicos en 1962, su ahínco lo llevó a realizar grandes obras junto con sus asociados a nivel nacional, puentes en el interior del país, como bodegas y edificaciones para el desarrollo.



Vista del Acero, Foto: G. Flores



Vista panorámica de la zona 14 en Guatemala, Foto # 7: Lucy Gil



## X. ANTECEDENTES DEL ALUMINIO UTILIZADO EN CONSTRUCCION:

En 1821 el francés Pierre Vertier encuentra en Provenza una piedra rojiza a la que le llamo Bauxita y que posteriormente de ella se extraería la Alúmina. Inicialmente se probaron diferentes métodos químicos para aislar el metal, pero la unión metal-oxígeno de la alúmina superaba los métodos clásicos. En 1854 el francés Saint-Claire Deville presentó dos formas de obtención una química y otra por electrólisis a la Academia de las Ciencias de París<sup>12</sup>.

El primer lingote de aluminio se presentó al mundo en 1855 en la exposición universal.

La presencia del aluminio en la arquitectura se remonta desde 1897 con la construcción de la cúpula de la iglesia de Sant Joaquino con aluminio impuro y que hoy aún se conserva en buen estado<sup>12</sup>.

**A. Carpintería de Aluminio - Sistemas Arquitectónicos en Aluminio:** En materia de carpintería ninguna solución conjuga tantas cualidades como los sistemas constructivos en aluminio. El aluminio al mismo tiempo de ser un material resistente, ligero, inalterable y constante en sus características es el material que beneficia una gama de sistemas y de acabados<sup>13</sup>.

**B. Elaboración de Fachadas:** El aluminio es ventajoso para la construcción en fachadas adaptadas a cualquier clima, en la construcción se emplean aleaciones ligeras por su elevada resistencia a agentes atmosféricos, por su alto carácter estético, por la reducida necesidad de conservación, por la elevada relación resistencia-peso y la libertad de formas que le confiere el proceso de extrusión.

Los perfiles obtenidos por extrusión, accesorios, maquinarias, han introducido

nuevos y originales conceptos en la tecnología de la construcción moderna en términos de libertad de formas, simplicidad, modularidad constructiva, economía en tiempos de fabricación, instalación y mantenimiento<sup>13</sup>.

## XI. ALUMINIO EN GUATEMALA:

En Guatemala se tiene información que en 1907 se encontraron minas de aluminio en nuestro país, para utilizarse primeramente en recipientes de uso común, enlatados de comida, y algunas utilidades en herramientas para construcción, por su aleación se verificó que es un mineral que su incidencia con el óxido es muy baja. También se ha encontrado en las minas de puzolana elemento principal para la creación del cemento, se tiene verificado que su componente son materiales que contienen sílice y/o aluminio<sup>11</sup>.

La utilización del aluminio dentro de la construcción se fue marcando más en la década de los 60, sus usos más frecuentes fueron las ventanas de aluminio con paletas de vidrio, para trabajarse en los años ochenta en moldes para construir pilas y cajas de registro.

No fue sino hasta en los años noventa que se trajeron de EE.UU. los primeros moldes hechos de aluminio de marcas Western Forms y Wallties; para competir con estos moldes de aluminio americanos, Colombia se hizo presente con sus juegos de formaleta para viviendas de un nivel, dos niveles y edificios de más de 4 niveles para apoyar al sector vivienda<sup>11</sup>.

---

11. IBIDEM Pág. 21

12. Manual Práctico de la Construcción, Dennis Walton, Editorial CV, Madrid, España, 2000.



## CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



## 1. VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

a) Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos<sup>14</sup>.

b) Homogeneidad: las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

c) Elasticidad: el acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.

d) Precisión dimensional: los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

e) Ductilidad: el acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes.

f) Tenacidad: el acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica)

g) Facilidad de unión con otros miembros: el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.

h) Rapidez de montaje: la velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.

i) Disponibilidad de secciones y tamaños: el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.

j) Costo de recuperación: las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.

k) Reciclable: el acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina<sup>14</sup>.

l) Permite ampliaciones fácilmente: el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.

m) Se pueden prefabricar estructuras: el acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.<sup>14</sup>

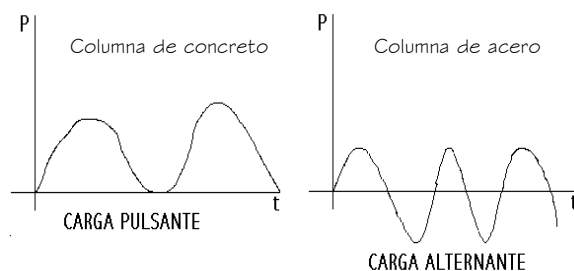
## 2. DESVENTAJAS DEL ACERO

a) Corrosión: el acero expuesto a intemperie sufre corrosión, por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.

b) Calor, fuego: en el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto.

c) Pandeo elástico: debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicas las columnas de acero.<sup>14</sup>

d) Fatiga: la resistencia del acero (así



Gráfica #1: muestra cómo se comporta una columna de acero contra una columna de concreto, Fuente: Monografía del Concreto, Julio Icaza, España. Noviembre 2006.

Como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de Carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas). Resistencia de plastificación solamente para columnas cortas.

Seguridad	Las estructuras no sólo deben soportar las cargas impuestas (límite de falla), sino que además las deflexiones y vibraciones resultantes, no sean excesivas alarmando a los ocupantes, o provoquen agrietamientos (límite de servicio). <sup>14</sup>
Costo	El proyectista debe siempre procurar abatir los costos de construcción sin reducir la resistencia, algunas ideas que permiten hacerlo son usando secciones estándar haciendo detallado simple de conexiones y previendo un mantenimiento sencillo. <sup>14</sup>
Factibilidad	Las estructuras diseñadas deben fabricarse y montarse sin problemas, por lo que el proyectista debe adecuarse al equipo e instalaciones disponibles debiendo aprender cómo se realiza la fabricación y el montaje de las estructuras para poder detallarlas adecuadamente, debiendo aprender tolerancias de montaje, dimensiones máximas de transporte, especificaciones sobre instalaciones; de tal manera que el proyectista se sienta capaz de fabricar y montar la estructura que está diseñando <sup>14</sup> .

Fuente: José Creixell

### 3. Especificaciones y Códigos de Construcción Aceros Estructurales

(De acuerdo con la American Society of Testing Materials ASMT)

- a. Aceros generales (A-36)
- b. Aceros estructurales de carbono (A-529)
  - c. -b.1 Bajo contenido de carbono (<0.15 %)
  - d. -b.2 Dulce al carbono (0.15 – 0.29 %)
  - e. -b.3 Medio al carbono (0.30 – 0.59 %)
  - f. -b.4 Alto contenido de carbono (0.6 – 1.7 %)
- g. Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación (Mo, V y Cr), (A-441 y A-572) aleación al 5 %.
- h. Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación, resistentes a la corrosión atmosférica (A-242, A-588).
- i. Acero templado y revenido (A-514).<sup>14</sup>

**4. Objetivo del proyectista estructural** El proyectista debe aprender a distribuir y a proporcionar las partes de las estructuras de manera que tengan suficiente resistencia, su montaje sea práctico y sean económicas.

Las especificaciones de diseño de estructuras no se han desarrollado para restringir al ingeniero sino para proteger al usuario de estas. No todo se encuentra en los reglamentos así que sin impactar los códigos o especificaciones empleados, la responsabilidad final de la estructura (seguridad) recae en el ingeniero estructural.

<sup>14</sup>. Arq. José Creixell M., Estabilidad en las Construcciones, Reverte Ediciones, S.A., Nueva Edición 2006,

## 5. CARGAS:

Una de las tareas más importantes del proyectista es determinar de la manera más precisa posible el valor de las cargas que soportará la estructura durante su vida útil, así como su posición y también determinar las combinaciones más desfavorables que de acuerdo a los reglamentos pueda presentarse.<sup>14</sup>

### 5.1 TIPOS DE CARGAS

- Cargas muertas
- Cargas vivas
- Cargas accidentales

### 5.2 CARGAS MUERTAS

Son aquellas cuya magnitud y posición, permanecen prácticamente constantes durante la vida útil de la estructura.<sup>14</sup>

Peso propio.

- Instalaciones.
- Empujes de rellenos definitivos. Cargas debidas a deformaciones permanentes.



Gráfica #2: la Gráfica muestra cómo actúa la carga durante cierto periodo de tiempo sobre su propio peso. Fuente: Monografía del Concreto, Julio Icaza, España, noviembre de 2006.

### 5.3 CARGAS VIVAS

Son cargas variables en magnitud y posición debidas al funcionamiento propio de la estructura.

- Personal.
- Mobiliario.
- Empujes de cargas de almacenes.

Estas cargas se especifican como uniformemente repartidas por unidad de área en el ANSI y otros códigos como el RCDF-87 título 6.

- Cargas vivas máximas para diseño por carga gravitacional (combinación común).
- Cargas vivas medias para diseño por estado límite de servicio.
- Cargas vivas instantáneas para diseño por combinación accidental.

La vida útil de una estructura es de aproximadamente 50 años. Cargas vivas de impacto (de acuerdo al IMCA) Instituto Mexicano de la Construcción en Acero.

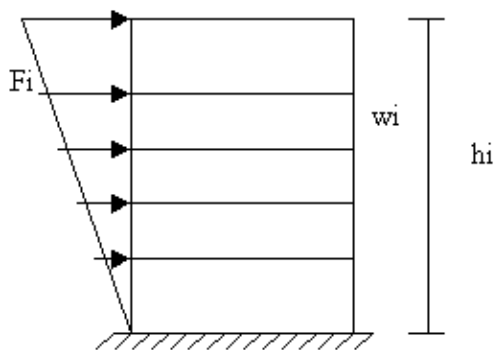
### 5.4 CARGAS ACCIDENTALES:

**5.4.1 VIENTO:** Estas cargas dependen de la ubicación de la estructura, de su altura, del área expuesta y de la posición. Las cargas de viento se manifiestan como presiones y succiones. En las NTC-Viento del RCDF-87 se especifica el cálculo de estas presiones de acuerdo a las características de la estructura.

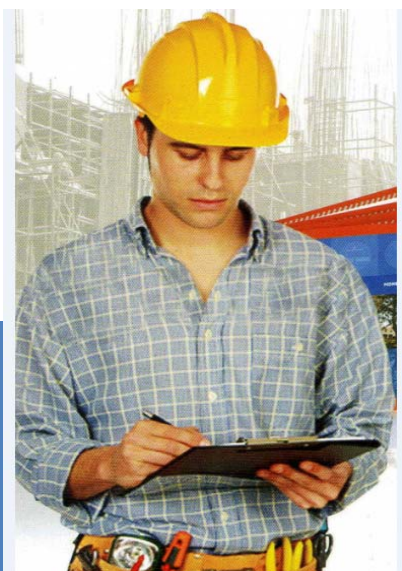
En general no se especifican normas de diseño para el efecto de huracanes o tornados, debido a que se considera incosteable el diseño contra estos efectos; sin embargo, se sabe que el detallado cuidadoso del refuerzo, y la unión de refuerzos en los sistemas de piso con muros mejora notablemente su comportamiento.<sup>14</sup>

<sup>14</sup>. IBIDEM Pág. 34

**5.4.2 SISMO:** Estas cargas inducidas en las estructuras están en relación a su masa y elevación a partir del suelo; así como de las aceleraciones del terreno y de la capacidad de la estructura para disipar energía; estas cargas se pueden determinar como fuerzas estáticas horizontales aplicadas a las masas de la estructura, aunque en ocasiones debido a la altura de los edificios o esbeltez se hace necesario un análisis dinámico para determinar las fuerzas máximas a que estará sometida la estructura.<sup>14</sup>



Gráfica #3: esta Gráfica nos muestra los fenómenos naturales actuantes en las estructuras, Fuente: Monografía del Concreto, Julio Icaza, España, noviembre 2006.



SUPERVISIÓN





## 10. SUPERVISIÓN:

En la ejecución de una obra es de relevante importancia determinar los conceptos de supervisión y manejos de bitácora de obra; ya que este manual se toma como función principal la supervisión del sistema constructivo de formaletas.

### 10.1. DEFINICIÓN DE LA PALABRA SUPERVISIÓN

La palabra supervisión es compuesta, viene del latín "visus" que significa examinar un instrumento poniéndole el visto bueno; y del latín "super" que significa preeminencia o en otras palabras: privilegio, ventaja o preferencia por razón o mérito especial.

Supervisión es pues, dar el visto bueno después de examinar y la supervisión de obras tiene por objetivo vigilar el costo, tiempo y calidad con que se realizan las obras.

### 10.2. EL SUPERVISOR

Persona representante de la entidad que financia la obra y que realiza la actividad de supervisar la ejecución de obra que realiza el contratista; su objetivo es controlar tiempo, calidad y costo de la obra.<sup>21</sup>

### 10.3. EL PERFIL DEL SUPERVISOR

Conforme a las condiciones actuales operativas de la industria de la construcción, el supervisor debe ser un profesional, en cualquiera de las carreras afines a la construcción con la capacidad suficiente para vigilar el cumplimiento de los compromisos contractuales y controlar el desarrollo de los trabajos.

En atención a estos requerimientos se deduce que el supervisor debe ser un profesional con las siguientes características<sup>22</sup>:

**EXPERIENCIA,** La suficiente para comprender e interpretar todos los procedimientos constructivos contenidos en las especificaciones y planos de proyecto a utilizarse<sup>22</sup>.

**CAPACIDAD DE ORGANIZACIÓN,** La necesaria para ordenar todos los controles que deben llevarse para garantizar una obra a tiempo de acuerdo a la calidad especificada y al costo previsto<sup>22</sup>.

**SERIEDAD,** Para representar con dignidad al contratante en todo lo que respecta al desarrollo técnico de la obra<sup>22</sup>.

**PROFESIONALISMO,** Para cumplir con todas las obligaciones que adquiriera al ocupar el cargo. Conviene señalar el compromiso de informar oportuna y verbalmente al promotor sobre los avances e incidencias del desarrollo de los trabajos<sup>22</sup>.

**HONESTIDAD,** Ya que habrá que autorizar situaciones técnicas y el pago de los trabajos realizados<sup>22</sup>.

**CRITERIO TECNICO,** Para discernir entre alternativas cual es la más adecuada y propia sin perder de vista los intereses del promotor que lo contrata<sup>22</sup>.

**ORDENADO,** Para poder controlar toda la documentación que requiere la función encomendada<sup>22</sup>.

20. Guía para Supervisar Casa-Habitación, México, 2004, Editorial Limusa.  
21. Manual para la Supervisión de Obras Civiles, Programa Las Verapaces PLV/ GTZ, Cooperación Técnica, Alemana, Guatemala 2007, (secretaría de Coordinación Ejec. de la Presidencia).

### 10.5. EL SUPERVISOR PROPORCIONA GUÍA Y ORIENTACIÓN

Uno de los factores más importantes que contribuirán al éxito del supervisor en todo cuanto haga es poseer y saber usar sus cualidades de orientador y guía. He aquí algunas de sus cualidades:

- 1.- Estar bien enterado de las personas y su trabajo.
- 2.- Tener confianza en sí mismo.
- 3.-Hacer hincapié en la actividad esforzada y constante.
- 4.-Tener actitudes objetivas.
- 5.- Ser sencillo.
- 6.- Ser capaz y tomar decisiones acertadas.
- 7.- Estar dispuesto a emprender una acción contraria cuando sea necesario.
- 8.- Ser capaz de resistir presiones<sup>22</sup>.

### 10.6. ACTIVIDADES DE CONTROL

Comprende los controles de tiempo, calidad y costo.

**LOS DE TIEMPO:** Son regulados por el programa de obra que indispensablemente debe estar contenido entre los anexos técnicos del contrato. La función del supervisor consiste en vigilar que el avance de obra se realice cuando menos como lo establece el citado programa.

**LOS DE CALIDAD:** Estos controles son regulados por las especificaciones así como por las normas técnicas reglamentarias, tradicionales y expedidas por los fabricantes de materiales o equipos.

**LOS DE COSTO:** El parámetro comparativo para efectuar el control de los costos de obra lo proporciona el catálogo de precios unitarios autorizados por la dependencia o fiduciario y que sea vigente en la fecha de revisión.

### 10.7. ACTIVIDADES DE GABINETE, REGISTRO Y CONTROLES

El supervisor tiene la necesidad de realizar una serie de funciones de gabinete entre las que podemos mencionar la revisión de estimaciones, el asiento de notas que deban efectuarse en bitácora, el manejo del diario de obra, el vaciado de los avances de obra en el control gráfico respectivo, registro de avance de su programa de supervisión, la determinación de precios de venta; esto sólo por mencionar las más importantes.<sup>21</sup>

#### 11. BITACORA DE OBRA

Es muy importante mencionar la relevancia que ocupa la bitácora de obra en toda construcción. Los constructores, no pueden representar en planos, Especificaciones, programas y presupuestos de lo que será la obra terminada. De no existir un conducto legal que permita durante el proceso constructivo, controlar y modificar lo establecido inicialmente para ajustarse a la realidad. Este conducto legal es precisamente la bitácora de Obra.

La bitácora de obra es apenas uno de los tantos elementos que forman parte de los sistemas de control del desarrollo de las obras. Por su carácter legal y para efectos técnicos, tiene la misma legalidad que el contrato.

---

22. Control por Bitácora de Obra, Arq. Ravelo Perusquia del C., Libros de Bitácora de Obra, Bitácora obra IMCYC.

La bitácora de obra, como instrumento de control, fue concebida pensando en el supervisor para ordenar, regular y ejercer su control de la obra, para el superintendente debe servir para protegerse de orden verbal.

### 11.1 Definición

Es una libreta que forma parte del contrato. Se anotan situaciones diferentes a lo establecido en los anexos técnicos de contratación. Para el supervisor, es una herramienta de control. Es el máspreciado instrumento para el control del desarrollo de las obras. Reflejará la buena o mala actuación del supervisor.<sup>20</sup>

La bitácora de obra debe estar vigente durante el desarrollo de la obra y su objetivo final es el de oficializar todos los elementos que integran el finiquito del contrato.<sup>20</sup>

### 11.2. FORMATO DE LA BITÁCORA DE OBRA

- a. Hojas foliadas
- b. Original y 2 copias. (1 Contratista, 1 Contratante)
- c. Copias desprendibles, original No desprendible.
- d. Al principio debe haber el espacio suficiente para anotar datos Indicativos del contrato.
- e. En el margen izquierdo deberá existir una columna para anotar el Número de la nota y fecha.
- f. Croquis explicativo – cuando así lo requiera el caso.
- g. Dos renglones para: Frente de obra y número de contrato.
- h. Pastas duras
- i. En los lomos, etiquetarlas.
- j. El foliado debe ser revisado antes de empezar a utilizarse.
- k. El traspaso de una libreta a otra, deberá ponerse especial

### 11.3. REGLAS PARA EL USO CORRECTO DE LA BITACORA DE OBRA.

- a. Apertura y cierre - Las bitácoras de obra deben ser abiertas con una nota especial al caso, igualmente al cerrarlas.
- b. Seriado de Notas - Las notas deben estar seriadas Consecutivamente.
- c. Fechado de Notas
- d. Escritura - Con tinta indeleble, letra de molde y sin abreviaturas.
- e. Errores - Al cometer un error, debe anularse la nota y volver a iniciar la nota.
- f. Tachaduras o Al cometer en la bitácora de obra una Enmendaduras tachadura ó enmendadura, como todo Documento legal queda anulado.
- g. Sobre posiciones o prohibido sobreponer o adicionar, si fueran adiciones. El caso necesario deberá abrirse otra nota.
- h. Firmas - Primera: Personas que firman el contrato para poder vincular bitácora con contrato. Segunda: Responsables superiores de obra y personas que estos autoricen como Supervisores y residentes. Tercera: Cotidianamente Supervisores y Residentes.
- i. Inutilización de Cruzado de espacios para inutilizar espacios sobrantes.
- j. Validaciones - Oficios, minutas, memos, circulares, comunicaciones telefónicas relevantes a la obra, deberán transcribirse a la bitácora para que todo lo referente a la obra quede documentado en ella.
- k. Compromisos de uso: Supervisor y residente están obligados al uso de la Bitácora.
- l. Redacción - Es muy importante saber decir por escrito lo que se quiere decir.
- m. Cerrado de asientos Toda y cada una debe quedar cerrada, en la bitácora.
- ñ. Bitácora Unitaria Solo una por cada contrato obra aunque haya 2 construcciones al mismo tiempo<sup>20</sup>.

#### 11.4. REGLAS DE LA SUPERVISIÓN

a. Ordenes - En la bitácora de obra se ordena al contratista lo que debe hacer o realizar, sobre todo cuando se vayan a ejecutar materiales o procedimientos señalados.

También se ordena acelerar trabajos o procedimientos de ejecución; se ordena lo necesario para corregir desviaciones, costo o calidad. La supervisión nunca solicita, pide o suplica, siempre ordena.

b. Certificaciones - En la bitácora de obra, la supervisión certifica o da Fe de situaciones o cumplimiento de órdenes.

c. Autorización - Por conducto de la bitácora, la supervisión autoriza.

d. Información - Eventualmente la supervisión utiliza la bitácora para informar al contratista de situaciones, eventos, cambios de personal, visitas de obras oficiales, revisión especial, etc.

e. Prevenciones - Notas de advertencias, pero debemos cuidar sus limitaciones. Siempre es bueno prevenir e anticipar a posibles situaciones.

## 12. EJECUCIÓN

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Formaleteado
- Desformaleteado

Lo cual conlleva a las siguientes especificaciones:

I. La formaleta deberá ser capaz de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

II. La formaleta tendrá la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales de la vibración, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5mm) de inclinación (desplome), ni los de conjunto la milésima (1/1.000) de la luz.

III. La formaleta se construirá sobre los planos de detalle que prepare el promotor o constructor deberá contar con sus cálculos estructurales detallados.

IV. La estructura de la formaleta estará constituida por todos sus accesorios y perfiles laminados, puntales, alineadores, sujetos con pines y corbatas.

V. El Desformaleteado se hará de modo suave y uniforme: recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, u otros dispositivos para mantener la formaleta lo más íntegra posible, además se debe tener el cuidado posible con el elemento fundido.

VI. Las superficies interiores de las formaletas deben estar limpias en el momento del hormigonado y presentarán las condiciones necesarias para garantizar

la libre retracción del hormigón y evitar así la aparición de fisuras en los paramentos de las piezas.

VII. El empleo de productos para facilitar el desencofrado o desmoldeo de las piezas deberá ser expresamente autorizado, dichos productos no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes.

VIII. Los productos desencofrantes o desmoldeantes aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, colocándose el hormigón durante el tiempo en que estos productos sean efectivos.

IX. Se evitará el uso de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo pudiéndose utilizar para estos fines barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida.

X. En términos generales para cumplir con las normas de calidad se deben tomar los siguientes recaudos: El concreto deberá alcanzar suficiente resistencia antes de retirar el molde. La norma indica que en columnas y muros se debe mantener al menos 36 horas, los laterales de moldes en vigas durante 48 horas y los asientos en moldes en vigas y escaleras 72 horas, <sup>17</sup>.

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

### 12.1. Generalidades del Concreto Armado:

El concreto es un material durable y resistente pero dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular para exteriores.

El concreto de uso común o convencional se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo y un quinto participante representado por el aire.<sup>17</sup>

### 12.2. Especificaciones del Concreto

#### - Para Muros:

Para los muros utilizar un concreto desde 1200 psi hasta 3000 psi. y la gravilla desde 3/8 hasta de una pulgada dependiendo del ancho del muro.

#### - Para Losas:

Para losas utilizar un concreto de 3000 psi, con aditivo Acelerante de fraguado que permite agilizar el proceso de desencofrado.

## 13. ADITIVOS

Los aditivos son productos que, introducidos en pequeña porción en el hormigón, modifican algunas de sus propiedades originales, se presentan en forma de polvo, líquido o pasta y la dosis varía según el producto y el efecto deseado entre un 0.1 % y 5 % del peso del cemento.

El empleo de los aditivos permite controlar algunas propiedades del hormigón, tales como las siguientes:

- Trabajabilidad y exudación en estado fresco.
- Tiempo de fraguado y resistencia inicial de la pasta de cemento.
- Resistencia, impermeabilidad y durabilidad en estado endurecido.

Resulta válida la definición propuesta por el Comité ACI-116(26), según la cual un aditivo es un material distinto del agua, los agregados, el cemento hidráulico y las fibras de refuerzo, que se utiliza como ingrediente del mortero o del concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante el mezclado.

### 12.4. Clasificación de los Aditivos

La norma ASTM C 494 "Chemical Ad mixtures for Concrete", distingue siete tipos:

TIPO-A: Reductor de Agua

TIPO-B: Retardador de Fraguado

TIPO-C: Acelerador de Fraguado

TIPO-D: Reductor de agua y Retardador.

TIPO-E: Reductor de Agua y Acelerador.

TIPO-F: Reductor de Agua de Alto Efecto.

TIPO-G: Reductor de Agua de Alto Efecto y Retardador.

Según los informes del Comité ACI 212(7G), (77), (78), los aditivos suelen emplearse en la elaboración de concretos, morteros o mezclas de inyección, no sólo para modificar sus propiedades en los estados fresco y endurecido, sino también por economía, para ahorrar energía y porque hay casos en que el uso de un aditivo puede ser el único medio factible para obtener el resultado requerido, citando como ejemplos la defensa contra la congelación y el deshielo, el retardo o la aceleración en el tiempo de fraguado y la obtención de muy alta resistencia.

El fraguado de los cementos se acelera con: Hidróxido de calcio, hidróxido sódico, carbonato sódico.

Y se retarda con: cloruro sódico, cloruro potásico, cloruro bórico.

Entre las marcas más conocidas en aditivos y desencofrantes tenemos Sika, Basf, Fester y los que ofrecen las marcas de las formaletas como Forza, Western Forms, Wall-ties.

- Los de BASF:

POZZOLITH® Produce un asentamiento mayor de 12.5 cm. Reductores de Agua Permite el uso óptimo de los ingredientes de la mezcla.

POLYHEED® Produce un asentamiento en un rango de 12-20 cm. Reductores de Agua de Medio Rango.

RHEOBUILD® Produce un asentamiento rheoplástico en un rango de 20-27 cm. Superplastificantes, se puede añadir en la planta de concreto con lo que se mantiene mejor el asentamiento; permite una consolidación eficiente en áreas congestionadas.

#### **Aditivos para climas fríos:**

Aditivos Accelerantes

POZZOLITH® 122 HE y Aceleran el tiempo de fraguado.

POZZUTEC® 20 Permiten el pronto acabado de losas planas.

- Incrementan las resistencias tempranas
- Permiten el desencofrado rápido y la reutilización de la estructura
- Permiten el pronto uso y la pronta ocupación de la estructura.

POZZUTEC® 20

- Permite la colocación del concreto en temperaturas de hasta -7 °C, Acelerante sin Cloruros.
- Versatilidad como acelerador de resistencias en todo tipo de temperaturas durante todo el año.

#### **Aditivos para clima cálido:**

POZZOLITH®, POLYHEED®

- Tiempo de fraguado mas largo

RHEOBUILD®

- Mayor flexibilidad en la programación de los vaciados de concreto, Aditivos Retardadores.
  - Reducen / eliminan las juntas frías
- Reductores de agua
- La temperatura aumenta más lentamente, por lo que se reducen las grietas por cambios de temperatura

DELVO® Stabilizer

- Estabiliza el concreto para largos transportes
- Control de Hidratación, Por control de temperatura permite la reducción o eliminación del uso de hielo. Los aditivos reductores de agua aumentan la resistencia a la compresión y reducen el coeficiente de variación, obteniéndose resultados más consistentes.



## ADITIVO POLIFUNCIONAL PARA CONCRETOS, DRIZORO:

### DESCRIPCIÓN

**BISEAL® POL** es un aditivo líquido, que una vez añadido al agua de amasado de hormigones, y dependiendo de la dosificación, actúa como un plastificante, superfluidificante o reductor de agua de amasado de alta actividad, proporcionando hormigones de gran fluidez y de resistencias mejoradas.

### APLICACIONES

- Morteros y hormigones fluidos.
- Morteros y hormigones que necesiten una relación mínima agua/cemento.
- Prefabricados y pretensados de hormigón armado.
- Hormigonado en tiempo caluroso.
- Morteros y hormigones de altas resistencias.

### VENTAJAS

- Utilización como único aditivo en plantas de hormigón.
- No contiene cloruros.
- Se consiguen reducciones de agua de amasado de hasta el 30%.
- Se añade directamente al agua de amasado, incluso a la cisterna en obra.
- Mejora la resistencia de morteros y hormigones.
- Mejora la puesta en obra, facilitando el bombeo y el vibrado.
- Cohesiona la masa evitando segregaciones.

## 14. DESMOLDANTES

Los agentes desmoldantes forman una barrera física que permite un desmoldado perfecto para la mayoría de aplicaciones de prefabricado de concreto, incluyendo situaciones de curado al vapor. Permiten que el aire atrapado en la superficie de contacto migre y sea liberado durante el vibrado, produciendo un concreto libre

de huecos, completamente liso y con tono superficial uniforme.

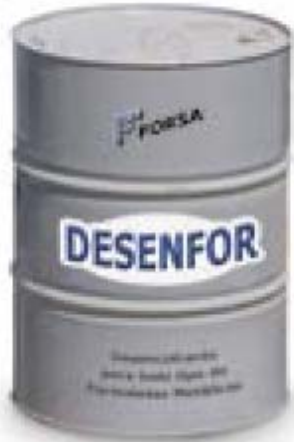
Se recomienda utilizar desmoldante en todo tipo de molde ya sea metálico o de aluminio, donde se desee o requiera una buena apariencia superficial del elemento desmoldado, sin alteración del color del concreto.

El Decovith de BASF, es básicamente un producto con base en aceites minerales especialmente formulado para crear una película aislante entre las formaleas o encofrados y el concreto.

### CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- Mejora la apariencia superficial del elemento.
- No altera el color del concreto.
- Disminuye el costo de mantenimiento de los encofrados, facilitando su limpieza y alargando su vida útil.
- Cobertura entre 3 a 5 veces superior a la de los agentes demoldantes tradicionales.
- Puede pintarse directamente sobre los Elementos de concreto sin que sea necesaria preparación adicional de la superficie. No constituye barrera de adherencia.

DESENFOR DE FORZA es un desmoldante de aplicación sobre el molde, para la disminución de adherencias de concreto, durante su uso. Se entrega en presentación de 208 lts.



En cuanto al desmoldante, será de suma importancia tomar en cuenta las condiciones climáticas bajo las que trabajara el producto.

DESENCOFRANTE PARA ENCOFRADOS METÁLICOS DRIZORO, CONSTRUCTION PRODUCTS:

#### DESCRIPCIÓN

**BISEAL® MRL - F** es un aceite emulsionado en agua para el desmoldeo de encofrados metálicos de hormigón ejecutado "in situ".

#### APLICACIONES

Desencofrado de piezas de hormigón "in situ" con encofrados metálicos o no absorbentes, así como en toda clase de moldes, permitiendo un desencofrado perfecto del hormigón.

#### VENTAJAS

- Fácil desencofrado del elemento.
- Gran capacidad antiadherente.
- Su gran capacidad para humedecer el soporte facilita su aplicación y evita la adherencia del hormigón.

CRETE LEASE 727:

Es un desmoldante a base de aceite mineral que ha sido utilizado por más de 25 años, es aplicado bajo temperaturas extremas, bajas y altas, permite un desmoldado sencillo removiendo de los paneles el concreto ya fraguado dejando una superficie lisa y sin manchas, este desmoldante reduce la limpieza de paneles hasta un 70%, se reducen las burbujas en la superficie del concreto, no interfiere con la aplicación y adherencia de los acabados, o elementos que se aplican a la superficie del concreto, tienen un resultado excelente con los paneles de Aluminio.







## 15. NORMAS

En este Capítulo se realiza una descripción sobre las Leyes y Normas más relevantes que rigen el tema de Formaletas para fundición de muros de concreto, los normativos mas consultados son el Código 318ACI, como normas internacionales y como Normas Nacionales, las de Planificación y Construcción para Casos Proyectos del FHA, donde se dictan especificaciones referentes a este estudio.

En un sentido estricto, las Normas son un concepto de obligado cumplimiento que se establece, se divulga y se impone para determinar el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones de las personas involucradas en la realización de una construcción para evitar o minimizar posibles riesgos en la estructura de la edificación, esto incluye desde los Profesionales de Planificación de obra, Supervisores, contratistas y todo el personal operativo (maestros de obra, albañiles y ayudantes).

### 15.1 CÓDIGO ACI-318

#### SECCIÓN 03100 FORMALETAS PARA CONCRETO

##### PARTE 1 – GENERALIDADES

###### 1.01 EL REQUISITO

A. El Contratista deberá diseñar y suministrar todos los materiales para las formaletas, riostras, y soportes para el concreto y construir toda la obra falsa en estructuras del Emisario Submarino, como se muestra en los Planos y de acuerdo con las estipulaciones de los Documentos de Contrato.

###### 1.02 RESPONSABILIDAD.

A. El diseño e ingeniería de las formaletas, así como las consideraciones de seguridad serán responsabilidad del Contratista.

###### 1.03 TRABAJOS RELACIONADOS QUE SE ESPECIFICAN EN OTRO LUGAR.

A. Sección 01300 - Presentaciones  
B. Sección 03200 - Refuerzo del Concreto  
C. Sección 03300 - Concreto Vaciado In-Situ

###### 1.04 ESPECIFICACIONES, CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA.

A. Sin crear limitaciones a las disposiciones generales de estas especificaciones, todo Trabajo especificado aquí deberá cumplir o exceder los requisitos del Código de Construcción y los requisitos aplicables de los documentos siguientes, siempre que las Estipulaciones de dichos documentos no estén en conflicto con los requisitos de esta Sección.

1. Códigos y Normas
2. El Código de Construcción, tal como se refiere aquí, es el NSR-98 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
3. Normas Gubernamentales
  - a. PS 1, Norma de EE.UU. para Formaleta de Concreto, Clase I.
4. Normas Comerciales
  - a. ACI 347 Prácticas Recomendadas para Formaleta de Concreto
  - b. ACI 318R Requisitos del Código de Construcción para Concreto Reforzado.

###### 1.01 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

- A. La variación del nivel o alineación establecidos no deberá exceder de 1/4 pulgada (6.35cm) en 10 pies (3.05m), y no deberá haber ningún fuera - de - lugar, o comba, u ola visible, en la superficie terminada. Todas las tolerancias deberán estar dentro de las "Tolerancias Sugeridas" especificadas en ACI 347. El Contratista deberá pulir hasta quedar lisas todas las aristas y proyecciones entre paneles de las formaletas.

## **PARTE 2 – PRODUCTOS**

### **2.01 MATERIALES PARA FORMALETAS**

A. Excepto donde sea aceptado expresamente por el Interventor, toda madera traída al sitio de trabajo para ser utilizada como formaleta, apuntalamiento, o riostras, será material nuevo. Toda formaleta tendrá superficie de forma lisa y será de los materiales siguientes:

1. Costados de cimentaciones – Tableros de Acero, Aluminio o Costillas de abarco y tableros de Ceiba roja.
  2. Paredes - Panel de acero, Aluminio o madera laminada; o costillas de abarco y tableros de Ceiba roja.
  3. Todos otros trabajos deberán realizarse con - Paneles de acero o Aluminio, madera laminada o madera Machihembrada; o costillas de abarco y tableros de Ceiba roja.
- B. Los materiales para formar concreto, para formaleta y para obra falsa deberán cumplir los requisitos siguientes:

1. El Acero, Aluminio o madera será grado de construcción o mejor, de las especies siguientes:
  - a. Abarco, para riostras, párales y costillas en general
  - b. Cativo, para superficies
2. La madera laminada para formaleta para concreto deberá ser madera laminada nueva, impermeable, pegada con resina sintética, fabricada con maderas como el abarco o similar, de tipo para exterior, fabricada especialmente para formaletas para concreto, y deberá estar conforme con los requisitos de PS I para Encofrado para Concreto, Clase I, y deberá tener los bordes sellados. El espesor será el necesario para soportar el concreto a la velocidad a la cual sea colocado, pero nunca menos de 5/8 de pulgada (1.59cm).

### **2.02 FORMALETAS PREFABRICADAS**

A. Los materiales de las formaletas serán metal, Aluminio, madera, madera laminada, u otro material aceptable que no afecte al concreto negativamente y que facilite la colocación del concreto con la forma, configuración, alineación, y nivel indicado.

B. Formaletas de metal o Aluminio serían un tipo aceptable que obtendría dichos resultados.

Las formaletas de madera para superficies que van a ser pintadas deberán ser madera laminada. Densidad Media Superpuesto Grado MDO Ext.

### **2.03 ACCESORIOS PARA FORMALETAS**

A. Las esquinas en los miembros de concreto deberán ser provistas de cortes a 45° de 3/4 pulgada (1.87cm). Esquinas que re-entren en el concreto no tendrán filetes de relleno, al menos que se muestre lo contrario.

B. Se proveerán amarres para formaletas consistentes de un cono plástico u otros medios adecuados para formar un hueco cónico que asegure que el amarre pueda romperse al ser doblado en dirección opuesta a la cara del concreto. El diámetro máximo de los conos removibles para barras de amarre, o de otros amarres removibles de formaleta que tengan una sección circular, no deberá exceder 1 ½ pulgadas (3.8cm); y todos dichos amarres deberán ser tales que dejen huecos de forma regular para ser escariados (ensanchados).

C. Los amarres de formaleta para estructuras que deben retener agua tendrán Dispositivos de estancamiento (DDE) integrales. Podrán utilizarse amarres en bisel removibles cuando sean aceptables al Interventor. Los amarres ahusados no serán empleados en la fundición de paredes estructurales que deban retener agua. En todo otro sitio, se deberá insertar en el hueco dejado libre por la remoción del amarre ahusado, un tapón ahusado preformado de neopreno o poliuretano, como asiento en el centro de la pared.

D. El agente para soltar la formaleta deberá ser una mezcla de químicos naturales y sintéticos, que emplee una reacción química para proveer la separación rápida, fácil y limpia del concreto y la formaleta. No deberá manchar el concreto y deberá dejar el concreto con una superficie que se pueda pintar.

La fórmula del agente para soltar la formaleta deberá ser tal que reducirá al mínimo la formación de hormigoneo en el concreto vaciado in-situ.

### **PARTE 3 -- EJECUCIÓN**

#### **3.01 EXAMEN**

A. La formaleta para confinar el concreto y moldearlo a las líneas requeridas será utilizada dondequiera sea necesaria. El Contratista asumirá responsabilidad total por el diseño adecuado de toda formaleta, y cualquier formaleta que sea insegura o inadecuada en cualquier aspecto, será prontamente retirada de la Obra y reemplazada al costo del Contratista.

Deberán proveerse un número suficiente de formas de cada clase para permitir mantener el ritmo de progreso requerido. El diseño e inspección de formaletas y obra falsa para concreto deberá cumplir con las regulaciones locales, departamentales y nacionales aplicables. Se instalarán plomadas con hilos marcando líneas antes de la colocación del concreto, y deberán mantenerse durante dicha colocación.

Esas líneas deberán ser utilizadas por el personal del Contratista y por el Interventor, y deberán existir en número suficiente, y estar instaladas adecuadamente.

Durante la colocación del concreto, el Contratista deberá vigilar continuamente las posiciones de la formaleta según plomada y línea, corrigiendo de inmediato las deficiencias que se presenten.

B. Las formaletas para concreto deberán conformarse a la forma, líneas y dimensiones de los miembros según se pide en los Planos, y deberán estar sustancialmente libres de defectos en su superficie, y lo suficientemente apretadas para evitar fugas. Las formaletas deberán

estar adecuadamente arriostradas entre sí para mantener su posición y forma bajo una carga de concreto de colocación fresca.

C. Toda formaleta deberá ser fiel en todo respecto a la forma y tamaño requeridos, deberá conformarse a la alineación y nivel establecidos, y deberá tener la resistencia y rigidez suficientes para mantener su posición y forma bajo las cargas y operaciones propias de la colocación y vibración del concreto. Se deberán proveer en toda formaleta medios adecuados y efectivos para mantener bordes y terminaciones adyacentes juntos y firmes, y en su alineación exacta, de manera de evitar la formación de riscos, aletas, desplazamientos, o defectos superficiales similares en el concreto terminado.

Se podrá asegurar madera laminada de 5/8 pulgada (15.9mm) de espesor directamente a travesaños, si estos están espaciados lo suficientemente próximos uno a otro como para evitar marcas visibles de deflexión en el concreto. La formaleta deberá ser apretada, para evitar la pérdida de agua, cemento y agregado fino durante la colocación y vibrada del concreto.

Específicamente, el fondo de formaletas para paredes que descansen sobre cimientos o losas de concreto deberán proveerse con una zapatilla que evite la pérdida de agregado fino y pasta durante la colocación y vibrado del concreto. Dicha zapatilla puede ser una varilla de polietileno de 1 a 1 ½ pulgada (2.54 a 3.8 cm.) de diámetro, mantenida en posición a la cara inferior del fondo de la formaleta.

Se deberán proveer huecos adecuados para limpieza en el fondo de cada piso de formaleta. El tamaño, número y ubicación de dichos huecos de limpieza serán según lo acepte el Interventor.

D. No se permitirán juntas de construcción en el concreto en sitios que no sean los mostrados o especificados, excepto según sea aceptable al Interventor. Cuando se coloque una segunda vaciada sobre concreto endurecido, se tomarán precauciones especiales en cuanto al número, ubicación y apretado de los amarres en la parte alta de la vaciada vieja

y el fondo de la nueva, para evitar todo efecto no satisfactorio sobre el concreto. Donde se requiera, se fijarán en la formaleta extremos cortos de tubos y pernos de anclaje.

### **3.02 EL TERRENO COMO FORMAleta**

A. Todas las superficies verticales de miembros de concreto serán formadas, excepto donde los Planos pidan la colocación del concreto contra el terreno. Se añadirá no menos de 1 pulgada (2,54cm) al espesor mostrado del miembro de concreto cuando se permita la colocación del concreto contra el terreno terminado, como reemplazo de formaleta. Dicho permiso se dará únicamente para miembros de altura comparativamente limitada y donde el carácter del terreno sea tal que puede ser terminado a las alineaciones requeridas y que se mantendrá en su sitio con seguridad, sin derrumbarse o deslizarse hasta que se haya colocado el concreto.

### **3.03 CIMIENTOS, BORDES DE LOSAS Y VIGAS SOBRE TERRENO TERMINADO**

A. Proveer formas laterales de madera para toda cimentación, borde de losa y vigas sobre terreno.

### **3.04 APLICACIÓN DE AGENTE PARA LIBERAR FORMAleta**

A. Aplicar el agente para liberar encofrado sobre la formaleta siguiendo las recomendaciones del fabricante.

### **3.05 INSERTOS, PARTES EMBEBIDAS Y ABERTURAS**

A. Amarres de Formaleta Embebidos. Los huecos dejados debido a la remoción de conos de amarre de formaleta serán ensanchados mediante escariadores dentados adecuados, de manera de dejar las superficies de los huecos limpias y rugosas antes de ser rellenados con mortero. No se permitirá el empleo de amarres de alambre para retener la formaleta. No se dejará embebido en el concreto ningún dispositivo para amarre de formaleta que no sea de metal. Los amarres no serán removidos en forma que se deje

un agujero que se extienda al interior de los miembros de concreto.

No se permitirá el empleo de amarres saltadores, que causen desconchado en el concreto cuando se arranca la formaleta o retira el amarre. Si se utilizan paneles de acero o de aluminio como Formaleta, se proveerán guarda - ojales de caucho (puede ser yambolón) donde los amarres pasan a través de la formaleta, para evitar pérdida de la pasta de cemento. Donde varillas de metal que se extiendan por el concreto sean empleadas para soportar o reforzar la formaleta, las varillas permanecerán embebidas y deberán terminar no menos de 1 pulgada (2.54cm) antes de la cara o caras formadas del concreto.

### **3.06 LIMPIEZA DE LAS FORMALETAS**

A. Las formaletas podrán ser re-utilizadas únicamente si están en buenas condiciones y si el Interventor lo encuentra aceptable. Se requerirá lijado ligero dondequiera que sea necesario, para obtener textura superficial uniforme en toda superficie expuesta del concreto. Las superficies expuestas de concreto se definen como superficies que están permanentemente expuestas a la vista.

Los huecos no utilizados de varillas de amarre serán cubiertos con tapas de metal o rellenados por otro método aceptable por el Interventor.

### **3.08 REMOCIÓN DE FORMALETAS**

A. Remover formaleta superior en superficies pendientes del concreto tan pronto como las operaciones de dicha remoción no permitan que el concreto se deslice. Realizar enseguida cualquier reparación necesaria o tratamiento requerido en superficies pendientes, e inmediatamente proceder con el curado especificado.



B. El Contratista será responsable por la remoción de formaletas y sus soportes. Las formaletas y soportes no serán removidos antes de que los cilindros de prueba hayan llegado a la resistencia compresiva mínima de 28 días correspondiente a la clase del concreto especificada en la Sección 03300 titulada "Concreto Vaciado In-Situ", ni antes que lo indicado en la lista siguiente:

1. Formaleta en vigas sobre terreno 3 días
2. Formaleta en paredes 3 días
3. Formaleta en columnas 3 días
4. Formaleta lateral en vigas y vigas maestras 3 días
5. Formaleta en fondo de vigas y formas/apoyos de losas 14 días.

### **3.09 MANTENIMIENTO DE FORMALETAS**

A. La formaleta será mantenida todo el tiempo en buenas condiciones, especialmente en cuanto a tamaño, forma, fortaleza, rigidez, apretura y lisura de superficie. La formaleta, una vez colocada, deberá estar conforme a la alineación y nivel establecidos. Antes de que se coloque el concreto, las formaletas deberán ser limpiadas a conciencia. Las superficies de la formaleta serán tratadas con un aceite mineral que no manche, o con cualquier otro lubricante que acepte el Interventor.

B. Antes de colocar el concreto se quitará de manera satisfactoria todo lubricante excesivo. Cuando se requiera la aceitada en el campo de las formaletas, el Contratista realizará la aceitada por lo menos dos semanas antes de su utilización. Deberá tenerse cuidado de mantener el aceite fuera del acero de refuerzo y de todo otro elemento de metal que vaya a ser embebido en el concreto.

C. Ninguna formaleta será retirada bajo un tablero hasta que el tablero adyacente haya obtenido el 75% de la resistencia especificada y haya estado en su sitio por 7 días. Se cumplirá en esto con ACI 347.

## **15.2. NORMAS DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS PROYECTADAS DEL INSTITUTO DE FOMENTO DE HIPOTECAS ASEGURADAS (FHA)**

### **PRIMERA PARTE REQUISITOS MÍNIMOS PLANIFICACIÓN**

#### **CAPÍTULO 5 REQUISITOS ESTRUCTURALES**

##### **500. GENERALIDADES**

a) Todas las obras de construcción para viviendas deberán ajustarse a las leyes, reglamentos y regulaciones municipales o de otras instituciones, que estén vigentes y sean aplicables al caso y que tengan por objetivo el logro de la seguridad física en las edificaciones. Cuando exista diferencia con las Normas del FHA, regirán las más estrictas.

b) Estas Normas contienen requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica. Los requisitos mínimos solamente tienen como objetivo prevenir o evitar riesgos o construcciones defectuosas, sin que necesariamente representen las condiciones más adecuadas desde un punto de vista de conveniencia y eficacia. Por lo tanto estas Normas no deben considerarse como un manual de especificaciones para proyectos, ya que generalmente se encontrará conveniente usar o especificar requisitos mayores a los aquí establecidos.

##### **502. TIPOS ACEPTABLES DE ESTRUCTURAS**

Toda estructura deberá en cada caso estar de acuerdo con las condiciones del terreno y características de la edificación a realizar, tomando obligatoriamente en consideración los efectos que puedan causar los sismos sobre ellas.

Para la determinación de cargas sísmicas deberán emplearse los requerimientos contenidos en la última edición de "Recommended Lateral Force Requirements and Commentary" de la Sociedad de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC).

2) Para el diseño de estructuras deberán utilizarse el Reglamento vigente de las Construcciones de Concreto Reforzado del Instituto Americano del Concreto (ACI) y el Código vigente del Instituto Americano para Construcciones de Acero (AISC).

### 503. PAREDES DE CARGA

Las paredes de carga podrán ser de concreto reforzado fundido in-situ, de elementos prefabricados, o de mampostería reforzada. En todo caso deben diseñarse para resistir fuerzas sísmicas además de las cargas superpuestas.

Las paredes de concreto reforzado se diseñarán de acuerdo con el Reglamento vigente del Instituto Americano del Concreto (ACI). Las paredes a base de elementos prefabricados deberán corresponder a un sistema constructivo previamente aprobado por el FHA, o bien deberán recibir la aprobación específica por parte de la División Técnica del FHA, para lo cual se deberá presentar la memoria de cálculo correspondiente y la documentación pertinente.

#### 503.1 CIMIENTOS PARA PAREDES

a) Se diseñarán para soportar las cargas superpuestas, dando una distribución adecuada a las mismas, de acuerdo con la resistencia del terreno, debiendo ser continuos para proveer un amarre adecuado entre ellos, es decir, deben formar cuadros cerrando los ambientes que delimitan. b) Los cimientos corridos, bajo muros de cualquier clase, serán de concreto reforzado. El empleo de otro material u otro tipo de cimiento (cimientos aislados, uso de pilotes, requiere la autorización previa del FHA, debiéndose presentar para ello toda la información necesaria. c) Los cimientos corridos deberán cumplir con los requisitos siguientes:

c-1) Las dimensiones mínimas para cimientos corridos son:

	Peralte	Ancho
Viviendas de 1 nivel	15 cm	30 cm
Viviendas de 2 niveles	20 cm	40 cm

c-2) El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

	Longitudinal	Transversal
Viviendas de 1 nivel	2 No 3	Est. No 3 a 30 cm Est. No 2 a 15 cm
Viviendas de 2 niveles	3 No 3	Est. No 3 a 30 cm Est. No 2 a 15 cm

c-3) Como alternativa del refuerzo indicado en c-2) podrá emplearse malla electro soldada o varillas de acero de alta resistencia con las características siguientes o su equivalente en área, siendo 2 y 3 el número mínimo de varillas longitudinales para casas de 1 y 2 niveles respectivamente:

### 505. ESTRUCTURAS DE CONCRETO

Las estructuras de concreto armado se diseñarán de acuerdo al Reglamento vigente del Instituto Americano del Concreto (ACI) y a los requisitos siguientes:

a) La dimensión mínima de columnas aisladas para edificaciones de un nivel es de 20 centímetros.

b) Deberá evitarse la construcción de muros u otros elementos que confinen lateralmente a las columnas que formen parte de marcos rígidos en parte de su altura y que ocasionen que su longitud libre resulte menor que el triple de su peralte.

c) Las estructuras monolíticas de concreto tendrá juntas de dilatación por lo menos cada 30 m en cada sentido.

d) El concreto que se utilice para la construcción de columnas, vigas, losas y cualquier otro elemento estructural en edificios, tendrá una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 210 Kg/cm. (3,000 lb/plg<sup>2</sup>).

**CAPITULO 6**  
**REQUISITOS PARA INSTALACIONES**

**601. AGUA POTABLE**

a) Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de los de drenaje y nunca a un nivel inferior que éstas.

b) En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 0.20 mts., por encima, protegidas con mortero tipo "A" o concreto en una longitud de un metro hacia cada lado del cruce.

c) Son aceptables redes de distribución formadas por líneas abiertas dentro de cada unidad de vivienda, solamente cuando sirvan artefactos cuya utilización simultánea sea improbable. De otra forma deben diseñarse círculos cerrados. El diámetro de las tuberías debe estar de acuerdo al cálculo respectivo, pero nunca será menor de ½".

d) La tubería para agua CPVC, y para Agua fría pvc.

e) Toda unidad de vivienda, salvo casas cuya área de construcción no exceda de 70 m<sup>2</sup>, (Resolución de Junta Directiva No 2084), deberá contar como mínimo con Instalación para agua caliente en el lavamanos y

**DRENAJES**

a) Toda vivienda debe dotarse de un sistema "separativo" de drenajes, que garantice la correcta evacuación y disposición de las aguas negras y pluviales. Se podrán aceptar sistemas combinados intra domiciliarios cuando así lo permitan las regulaciones municipales o de los organismos de salubridad y el FHA lo considere adecuado.

b) La tubería aceptada para drenajes puede ser concreto, PVC, galvanizada, según se de el caso.

**602.4 REQUISITOS PARA DRENAJE SANITARIO**

a) Su único objetivo debe ser la evacuación de las aguas que no prevengan de la

precipitación pluvial: sanitarios, cocina, lavado, garaje, carport, etc., debiendo diseñarse de acuerdo con los requisitos siguientes:

El FHA se reserva el derecho de aceptación del tipo de artefactos propuestos.

b) Las tuberías que sirvan un solo artefacto, tendrán como mínimo los diámetros siguientes:

Artefacto	Pulg.
Artesa y Ducha	2
Bidet	1 1/2
Inodoro	4
Lavamanos	1 1/2
Lavadora	2
Lavatrastos	2
pila	2
Reposadera de piso	1 1/2

c) Todos y cada uno de los artefactos deben dotarse de sifón, cuyo sello hidráulico tiene una altura mínima de 5cms. Para los artefactos que no traen incluido el sifón, son aceptables las unidades prefabricadas o cajas sifonadas de diseño aprobado por el FHA. Los sellos de estas cajas no deben formarse nunca con aguas provenientes de inodoros.

**REQUISITOS PARA INSTALACION DE TUBERIA**

a) Enterrada: Debe ubicarse obligatoriamente en áreas no construidas cuando sea posible. En caso contrario son aceptables siempre que se doten de cajas de registro localizados en áreas no construidas a distancias no mayores de 15 mts. En los casos que sea necesario ubicar más de un colector dentro de la casa, debe tratarse que crucen los mismos ambientes.

b) En Entrepisos: Deben instalarse dentro del relleno superior (grada de 12 a 15 cm. de alto), no siendo aceptables empotradas en la losa respectiva.

c) Empotrada: es aceptable que la tubería quede empotrada en muros, siempre que no afecte miembros estructurales y que quede protegida adecuadamente con mortero tipo "A", concreto u otro material aprobado por el FHA. Las tuberías dentro de agujeros de ladrillo tubular no se aceptarán si a juicio del FHA no quedan suficientemente protegidas.

d) Expuesta: Aceptable únicamente cuando a criterio del FHA no afecte las condiciones arquitectónicas de la vivienda y no quede expuesta a posibles daños.

e) Intersecciones: Son aceptables en ángulo recto, únicamente cuando se oriente el flujo por medio de ye + codo a 45°, ye-sanitaria, o caja de registro con canalización adecuada en el fondo.

f) Cambios de dirección: No son aceptables en ángulo recto, debiendo efectuarse por j) Las bajadas de agua pluvial no pueden usarse como tuberías de ventilación del sistema de drenaje sanitario

Las tuberías enterradas deben tener una pendiente máxima de 6 0/0, y mínima del 2 0/0.

k) Las tuberías en entresijos deben tener una pendiente mínima del 1 0/0.

l) Las bajadas deben ser por lo menos de la misma calidad que las tuberías horizontales que drenen y de diámetro no menor que el del mayor ramal horizontal que sirvan. De ser posible deben localizarse en paredes exteriores de edificación protegidas convenientemente con mortero tipo "A", concreto, u otro material aprobado por el FHA.

## REQUISITOS PARA DRENAJE PLUVIAL

Su único objetivo debe ser la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo a los requisitos siguientes:

a) La pendiente mínima para techos y áreas impermeables es de 1 %.

b) Los sumideros de techos deben ubicarse adecuadamente con el fin de facilitar la evacuación del agua, no siendo aceptables

medio de codos de radio largo, varios codos menores de 90° o cajas de registro.

g) Cajas de Registro para tubería enterrada: Deben localizarse en los puntos que a continuación se especifican y obligatoriamente cuando sea posible en áreas no construidas.

1) En extremos iniciales de ramales horizontales.

2) En cambios de dirección horizontal o vertical.

3) En extremos inferiores de bajadas pluviales.

4) En cambios de diámetro.

5) En intersección de tuberías.

6) A distancia no mayores de 15 mts, en tramos rectos. 7) A final de colectores pluvial y sanitario (sifonadas).

localizaciones que a juicio del FHA presenten obstáculos que dificulten el escurrimiento hacia ellos. Las bocas de los mismos deben protegerse con rejillas de material inoxidable, que eviten el ingreso de objetos extraños a las tuberías.

c) Las bajadas deben ubicarse si es posible en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas adecuadamente con mortero tipo "A" concreto u otro material aprobado por el FHA.

d) El área máxima de drenar con un bajante, según su diámetro es la siguiente:

e) Deben ubicarse reposaderas de tamaño adecuado en las áreas que a continuación se especifican, a menos que sea posible drenarlas en otra forma que el FHA acepte: patio de servicio, carport, garaje, jardines poco permeables, puntos bajos, u otros lugares que el FHA determine.

Las reposaderas que drenen aguas que no sean únicamente de origen pluvial, deben conectarse al sistema sanitario.

f) Las gárgolas son aceptables siempre que su ubicación no presente molestias ni problemas y descarguen sobre pozos receptores de diseño aprobado por el FHA,

debiendo contar con tubería de drenaje conectada al sistema pluvial de la vivienda.

g) Los diámetros requeridos para tuberías horizontales, según su pendiente y área de drenar, se especifican en la tabla siguiente, siendo aceptables diámetros mínimos de 4" en áreas exteriores y 6" para áreas interiores.

h) Los techos planos o inclinados llevarán medias cañas o canales colectores y bajadas pluviales cuando el agua de lluvia pueda descargar a la vía pública, a predios

### 603. ELECTRICIDAD

a) Toda vivienda deberá dotarse de instalaciones eléctricas que cubran las necesidades de la misma en cuanto a iluminación artificial y otros usos de la corriente. Deben planificarse en forma tal, que faciliten la ejecución de ampliaciones razonables, sin requerirse para el efecto trabajos demasiado complicados.

b) Deben colocarse dentro del ambiente que sirvan, del lado opuesto al que se abran las puertas y lo más cercano posible a ellas, a una altura recomendable de 1.20 mts. Los interruptores de luces exteriores deben ubicarse en puntos funcionales, dentro de la vivienda.

**f) DUCTOS:** Podrán utilizarse ductos de cualquier material aprobado por el F.H.A: polietileno, cloruro de polivinilo y metálicos debiendo protegerse adecuadamente con mortero tipo "A" o concreto cuando se instalen enterrados o empotrados en muros. Deben ser de un diámetro adecuado, según el número y calibre de los alambres que conduzcan.

Todas las uniones deben ser perfectamente impermeables, y los ductos que se coloquen en losas de concreto deben instalarse sobre la cama de refuerzo, amarrados adecuadamente para evitar desplazamientos en el momento de la fundición. Las cajas que se usen deben ser metálicas y del tamaño adecuado a las unidades eléctricas correspondientes.

vecinos o provocar humedades en los muros propios o colindantes.

i) Los balcones, voladizos y en general cualquier saliente deberán drenarse de manera que se evite absolutamente la caída y escurrimiento del agua de lluvia sobre las aceras.

j) Las juntas de dilatación construcción etc., expuestas a la intemperie deberán cubrirse con tapajuntas que impidan el paso del agua y que sean a prueba de roedores.

**g) OTRAS INSTALACIONES:** En viviendas unifamiliares deben colocarse como mínimo ductos y salidas para antena y teléfono. Dejándolas en forma tal que al requerir su uso no se requiera efectuar más trabajo que el alambrado respectivo. Debe dejarse completa la instalación del timbre, con los botones llamadores necesarios y la campanilla respectiva.

**CIRCUITOS:** Para las salidas de iluminación y tomacorrientes de uso general, excluyendo los correspondientes a estufas, calentadores, deberá proveerse un circuito de 15 ó 20 amperios por cada 12 ó 16 unidades como máximo, debiendo estar distribuido el total de salidas en forma equitativa entre los circuitos que se instalen.

El calibre de los conductores está de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso será menor que el No. 12AWG, aceptándose el No. 14 únicamente para regresos de interruptores.

**CAJAS DE DISTRIBUCION:** En viviendas unifamiliares, deben colocarse en un lugar fácilmente accesible en el interior de las mismas, preferiblemente en el área de servicio y nunca en un lugar oculto a la vista, a una altura máxima de 1.75 m. sobre el nivel del piso.

### **15.3 CONCRETO (Normas del Instituto Colombiano del Concreto)**

Se refiere este ítem a la colocación de una capa de concreto de 3.000 psi que deberá colocarse en el fondo de las excavaciones para permitir el armado del acero de refuerzo en los cimientos de concreto reforzado. El espesor mínimo de la capa de concreto será de 5 cm. La superficie deberá nivelarse y alistarse a la cota de fundición indicada en los planos.

### **2.6 ZAPATAS EN CONCRETO**

Consiste en la ejecución de los elementos de concreto que reciben las cargas de columnas y vigas y su función es transmitir las directamente sobre el terreno firme, se encuentran en la parte inferior de las columnas y sobre la cota de terreno firme indicada por el estudio de los suelos y los planos estructurales. Sus dimensiones y armadura corresponden a las estipuladas en los planos y la resistencia mínima del concreto en casos no especificados será de 4000 psi. El vaciado de estos elementos deberá hacerse de forma continua para evitar juntas de construcción en zonas no recomendadas desde el punto de vista estructural; también debe evitarse caídas de la mezcla de alturas mayores a 1 m. ya sea utilizando canales o embudos. El concreto debe vibrarse adecuadamente para asegurar su resistencia, no debe hacerse en exceso para evitar la salida de lechada de cemento.

### **2.7 VIGA DE AMARRE CONCRETO**

Consiste en la ejecución de los elementos de concreto que sirven de enlace entre zapatas o transmiten carga a las mismas. Sus dimensiones y armadura corresponden a las estipuladas en los planos y la resistencia mínima del concreto para casos no estipulados será de 4.000 psi. El vaciado de estos elementos deberá ser continuo y no podrá interrumpirse si no en las juntas de construcción. También debe evitarse caídas de la mezcla de alturas mayores a 1m. Ya sea utilizando canales o embudos.

El concreto debe vibrarse adecuadamente para asegurar su resistencia, no debe hacerse en exceso para evitar la salida de lechada de cemento. En casos no especificados la resistencia mínima del concreto es de 4.000 psi.

### **ACERO DE REFUERZO, Generalidades:**

Las especificaciones de este capítulo comprenden el suministro, transporte, corte, doblaje, figuración y colocación de barras de acero para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los Planos de Construcción y lo indicado en las NSR-98.

### **Suministro, doblaje, figuración y colocación de acero de refuerzo.**

#### **Materiales.**

Las varillas de refuerzo serán suministradas por el constructor libre de defectos, dobladuras y curvas que no puedan ser enderezadas. Se utilizarán barras corrugadas redondas con un esfuerzo de cedencia de 280 Mpa, grado 40 y barras redondas corrugadas con esfuerzo de cedencia 420 Mpa, grado 60, de acuerdo con lo establecido y especificado en los planos estructurales, los cuales se ajustarán a las NSR-98, en su Capítulo C.3, Sección C.3.5, o en su defecto las ASTM-1562 y ASTM-615-68, respectivamente.

#### **Colocación del Refuerzo.**

Las barras de refuerzo se doblarán en frío de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos. No podrán doblarse barras que estén parcialmente embebidas en el concreto.

Todo el acero de refuerzo se colocará en la posición exacta mostrada en los planos y deberá asegurarse firmemente, en forma aprobada por el Interventor, para impedir su desplazamiento durante la colocación del concreto. Para el amarre de las varillas con los flejes, se utilizará alambre. La distancia del acero a las **formaletas** se mantendrá por medio de bloques de mortero prefabricados, tensores, silletas de acero u otros dispositivos aprobados por el Interventor. Los elementos metálicos de soporte que vayan a quedar en contacto con la superficie exterior del concreto serán protegidos contra la corrosión. En ningún caso se permitirá el uso de piedras o bloques de madera para mantener el refuerzo en su lugar.

Las varillas de refuerzo antes de su colocación en la obra inmediatamente antes de vaciar los concretos, serán revisadas cuidadosamente y deberán estar libres de óxido, tierra, escamas, aceites, pinturas, grasa y de cualquier otra sustancia extraña que pueda disminuir su adherencia con el concreto. Durante la colocación del concreto se vigilará en todo momento, que se conserven inalteradas las distancias entre las varillas y las de éstas a las caras internas de la formaleta.

No se permitirá el uso de ningún elemento metálico o de cualquier otro material que aflore de las superficies del concreto acabado, distinto a lo indicado expresamente en los planos o en las especificaciones adicionales que ellos contengan.

### Recubrimiento para el Refuerzo

El recubrimiento mínimo para el refuerzo será el indicado en los planos; donde no se especifique, será como sigue:

- Cuando el concreto se coloque directamente sobre el terreno, en contacto con el suelo: 8 cm.
- En superficies formaleteadas que han de quedar en contacto con el suelo, expuestas a la intemperie o permanentemente sumergidas: 5 cm.
- En cualquier otro caso, no será menor de 2.5 cm.

### Ganchos, Doblaje y Empalmes en las Barras.

Los ganchos y doblajes para estribos y elementos con curvas, se harán sobre un soporte vertical que tenga un diámetro no menor de dos (2) veces al diámetro de la varilla. Los diámetros mínimos de doblajes, serán los especificados por las NSR-98, en el Capítulo C.7, Secciones C.7.1 y C.7.2.

Numero	Diámetro nominal	Barra		Peso (Kg./m)
		cm.	pulgadas	
2		0.64	1/4	0.25
3		0.95	3/8	0.56
4		1.27	1/2	1.00
5		1.59	5/8	1.56
6		1.91	3/4	2.24
7		2.22	7/8	3.04
8		2.54	1	3.97

El constructor no podrá modificar los diámetros y espaciamientos de los refuerzos, ni los doblajes indicados sin autorización del Ingeniero Estructural.

Los traslapes en barras adyacentes se localizaran de tal manera que queden alternados entre si, tanto como sea posible y cuidando que no estén en zona de máxima sollicitación. Los traslapes de refuerzos en vigas, y muros, se alternarán a lado y lado de la sección.

Excepto lo que se indique en otra forma en los planos, la longitud de los empalmes al traslapo, los radios de doblaje y las dimensiones de los ganchos de anclaje cumplirán lo especificado al respecto en las NSR-98. Los ganchos estándar de anclaje, se harán de acuerdo con lo especificado.

La longitud mínima de los empalmes al traslapo será la especificada en las NSR-98, en su Capítulo C.12, Sección C.12.14 (Empalmes de Refuerzo). Se podrá utilizar unión mecánica para traslapes, pero con el visto bueno del Interventor, y con la certificación de resistencia a la comprensión y a la tracción de un laboratorio competente.

## **COLUMNAS EN CONCRETO**

Consiste en la construcción de los elementos de concreto verticales, que transmiten la carga a las cimentaciones. La fundida de estas deberá hacerse por tramos completos, todas las columnas irán acabadas utilizando formaleta de primera calidad para garantizar sus dimensiones y un acabado de concreto visto. Las aristas se deben dejar biseladas. Cuando la altura de fundida sea muy grande deberá utilizarse embudo para el adecuado vaciado del concreto, o dejar ventanas laterales en la formaleta que permitan el vaciado del concreto en alturas más cortas. La resistencia del concreto será la especificada en los planos si no esta especificada será 4.000 PSI.

## **VIGAS DE ACERO**

Consiste en suministrar e instalar vigas IPE de acero en las dimensiones y configuraciones indicadas en los planos y que cumplan con la norma ASTM A36/A36M – 96 y con la tolerancia dimensional ISO 657/V -1976(E), con requerimientos químicos porcentuales máximos de: C= 0.26, Si= 0.40, P= 0.04, S = 0.050. Limite de fluencia mínimo de 2550kg/cm<sup>2</sup>, Resistencia a la tracción mínima de 4080kg/cm<sup>2</sup>.

## **PERNOS DE ANCLAJE**

A. Donde en los planos se indique la utilización de pernos de anclaje para concreto, se deberá utilizar alguno de los siguientes tipos indicados abajo; excepto donde en los planos se indique específicamente un tipo, solamente ese tipo podrá ser utilizado. A menos que otra cosa se indique, todos los pernos de anclaje en concreto, sumergidos o sometidos a vibraciones de equipos, tales como bombas y generadores, deberán ser del tipo con resina. La determinación del perno equivalente a aquellos listados abajo deberá hacerse con base en ensayos ejecutados por un laboratorio especializado. Se utilizan dos tipos:

1. Pernos de anclaje con cuñas, o manguitos.

2. Pernos de anclaje con resina.

B. Los pernos de expansión deberán ser embebidos hasta la profundidad indicada en los planos. Si no se indica la profundidad a la que deben quedar embebidos, se deberá emplear la profundidad mínima de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes del perno.

C. Los pernos con resina deberán consistir de barras roscadas o de pernos de anclaje con un sistema adhesivo que se endurezca en el concreto o en el muro donde sea inyectado. Los sistemas adhesivos que se utilicen deberán ser mixtos, de dos componentes y deberán ser inyectados con una boquilla de mezclado estática siguiendo las recomendaciones de los fabricantes. La profundidad de la barra o el perno deberá ser la mínima permitida para que la resistencia de la unión sea igual a la capacidad de tensión de la barra o el perno (ver Tabla 1) a menos que se indique otra cosa en los planos.

D. Los pernos de anclaje en concreto que se utilicen deberán ser de acero A36, a menos que otra cosa se especifique.

## **SOLDADURAS**

A. Los electrodos para soldaduras de acero estructural todos los materiales ferrosos deberán cumplir con el código AWS, y se utilizarán electrodos de la serie E70 para soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW), o electrodos de la serie F7 para soldadura por arco sumergido (SAW).

B. Los electrodos deberán cumplir con las especificaciones de la Aluminum Association Specifications y con el código AWS D1.2, ó Norma colombiana equivalente.



C. Los electrodos para aceros inoxidables y otros metales deberán cumplir con los requerimientos del código AWS.

## **ESPÁRRAGOS DE CONEXIÓN SOLDADOS**

A. Los espárragos soldados deberán estar conforme con los requerimientos de la AWS D1.1 Tipo C.

## **INSTALACIÓN DE PERNOS**

A. pernos de anclaje y pernos para anclar en concreto

1. Los pernos de anclaje deberán ser instalados de acuerdo con el código AISC

"Code of Standard Practice", por su colocación en el concreto simultáneamente con su vaciado o posicionado por medio de plantillas rígidas.

2. EL CONTRATISTA deberá verificar que todos los pernos de anclaje en concreto hayan sido instalados siguiendo las instrucciones de los fabricantes y que la capacidad del perno instalado cumple o excede lo especificado.

3. Los pernos de anclaje en concreto no deberán ser usados en lugar de pernos de anclaje.

B. Pernos de alta resistencia

1. Todas las conexiones pernadas en acero estructural deberán usar pernos de alta resistencia. Los pernos de alta resistencia deberán ser instalados de acuerdo con las especificaciones AISC "Specification for Structural Joints, utilizando pernos A325 o A490, " Todos los pernos de alta resistencia instalados por el método "turn-of-nut" method deberán tener la porción de giro marcada con la referencia al acero que va a ser conectado después que la tuerca ha sido ajustada antes del apriete final. Estas marcas deberán ser consideradas en la inspección.

C. Otros pernos

1. Todos los materiales disímiles deberán ser conectados con pernos aislados con un material dieléctrico aprobado. A menos que otra cosa sea especificada, se requieran conectar miembros de acero los cuales deberán unirse con pernos de acero inoxidable tipo 304 aislados con nylon, caucho o un material similar.

## **SOLDADURAS**

A. Todos los métodos, procedimientos de soldaduras, su apariencia, calidad y calificación de soldadores deberán cumplir con el código AWS.

B. Las soldaduras de espárragos deberán ser instaladas de acuerdo con el código AWS D1.1.

## **VIGAS AÉREAS EN CONCRETO**

Consiste en formaletear y fundir las vigas que van a soportar las placas de concreto, este trabajo se debe realizar continuo pues no se permitirá hacer juntas de construcción. Para la ejecución de la cama que va a soportar la fundida de la viga se debe utilizar formaleta de entrepiso en perfecto estado con el fin de garantizar su nivel y un acabado de concreto visto, en la formaleteada de las caras laterales se debe utilizar formaleta de primera calidad para garantizar la homogeneidad de la sección transversal y un acabado de concreto visto. La resistencia del concreto será la especificada en los planos si no esta especificado será 4.000 PSI.

## **PLACA MACIZA EN CONCRETO**

Consiste en formaletear y fundir las placas macizas y las vigas de concreto de los entrepisos de la construcción, este trabajo se debe realizar continuo pues no se permitirá hacer juntas de construcción. Para la ejecución de la cama que va a soportar la fundida de las placas macizas y vigas, se debe utilizar formaleta de entrepiso en perfecto estado con el fin de garantizar su nivel y un acabado de concreto visto, en la formaleteada de las caras laterales se debe

utilizar formaleta de primera calidad para garantizar la homogeneidad de la sección transversal y un acabado de concreto visto. La resistencia del concreto será la especificada en los planos, si no está especificado será 4.000 PSI.

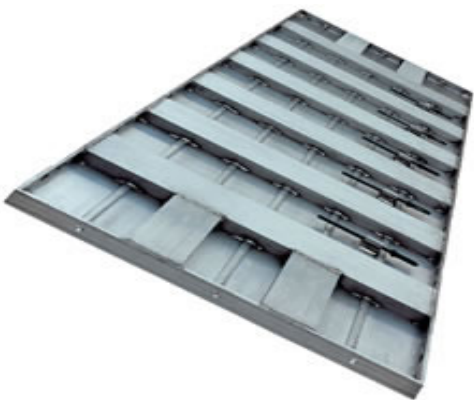
De acuerdo con los planos estructurales se utilizara lámina colaborante o similar, con los espesores y accesorios de instalación señalados en los planos estructurales y de acuerdo con los manuales de instalación técnica del fabricante.

## **6. PISOS Y BASES**

### **6.1. PLANTILLA EN CONCRETO, $e=0.10$ m. CON MALLA ELECTROSOLDADA**

Consiste en la ejecución de los contrapisos o pisos bases o primarios. Si en los cálculos estructurales no se determina otra dimensión del espesor de las losas que sirven de contrapisos, tendrán un espesor de 10 cm. y será construido en concreto 3000 psi. Como refuerzo llevará una malla de electrosoldada o la especificada en los planos para controlar los cambios de retracción por cambios de temperatura. Entre el recebo compacto y la placa de contrapiso se colocará previamente un polietileno cal. 6 con el fin de aislarla de posibles humedades.

Los contrapisos se construirán sobre una sub-base apisonada de material seleccionado en el espesor determinado en los planos estructurales, la cual se pagara por su ítem respectivo.



MARCO REFERENCIAL  
INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE FORMALETAS DE  
ALUMINIO



## 1.6. FORMAleta DE ALUMINIO:

Las formaletas pueden ser llamadas: cimbras, encofrados o Moldes.

Para construcción de cimbras pueden emplearse diferentes tipos de material como:

- Madera
- Metal
- Aluminio
- Plástico

Entendemos como Formaletas de Aluminio:

1. Los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

2. Estructura de madera o acero que se utiliza para dar forma a la estructura de concreto y resistir todas las cargas que están presentes en el momento de fundición, en algunos países le llaman carpintería de aluminio.

### 1.6.1. Característica de la Formaleta Generalidades

a. Con el sistema manoportable de paneles modulares, la formaleta se puede acoplar fácilmente a cualquier tipo de proyecto o diseño arquitectónico, ya sea para edificios o casas.

b. Dada su fabricación el sistema permite fundir monóticamente muros y losas, formando una estructura sismo-resistente y logrando un rendimiento de una vivienda diaria, aumentando la relación costo - beneficio.

c. El nivel de acabado sobre la superficie de concreto es excelente, el tipo de acabado para muros puede ser liso o con textura.

d. El sistema de encofrado de la formaleta en aluminio está compuesto por paneles y accesorios. Los paneles son conformados por la unión entre sí de perfiles extrudidos con aleación estructural. Los paneles pueden ser fabricados en cms. o pulg. A fin de poderse acoplar perfectamente a los demás sistemas existentes.<sup>17</sup>

e. El peso promedio de un panel de 90 x 240 cms. es de aproximadamente 40 Kg. No requiere de equipo adicional para su desplazamiento.



Foto # 11: Forsa

f. Diseñados con perfiles extruidos y machihembrados, los paneles se ensamblan entre sí, dimensionando con fortaleza la función asignada.<sup>17</sup>



Foto # 12: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2005,  
18. Western Forms, Product Catalog 2003,  
19. TnmForm System Inc. PFI, 2003.

g. Los paneles o formaletas suministrados modularmente en medidas versátiles abarcan todas las exigencias arquitectónicas y forman un conjunto de soluciones concretas para ensamblar, levantar pisos, paredes y vigas, fundir losas, crear columnas y techar viviendas, veloz y confiablemente.<sup>17</sup>

### 16.2. Proceso de Fabricación de la Formaleta:

Todo el sistema de formaletas de aluminio son fabricadas con precisión, el proceso patentado de soldadura incluye tecnología robótica para la fabricación de bastidores con rieles perimetrales planos que eliminan la acumulación de concreto innecesario y simplifica la limpieza, extendiendo la vida del equipo.

Bajo tecnología de punta, básicamente se fabrican formaletas de una aleación de aluminio estructural 6261, Temple 6. Condiciones que unidas a estrictos estándares de calidad, ofrecen una **ventaja capital**, la resistencia al pandeo, lo que garantiza un correcto acabado y el perfecto alineamiento vertical de las estructuras.<sup>17</sup>

Otro componente novedoso de este trabajo está relacionado con la soldadura en aluminio de las conexiones. Estas exhiben caídas de resistencia mecánica entre el 20% y el 40% respecto al material sin soldar; condición que hace que las piezas soldadas sean menos susceptibles a fallar. A partir de la correlación de las variables operativas del proceso de soldadura con las propiedades mecánicas de los elementos soldados, se pueden establecer los procedimientos y protocolos de soldadura que garanticen el mejor desempeño de las piezas en servicio.

El uso del martillo es el enemigo número uno de las formaletas de aluminio reduciendo la vida útil, causando que la soldadura se rompa, produciendo caras dañadas, onduladas y perfiles laterales doblados. Con 16 soldaduras en cada sección de soporte horizontal, todas las cimbras están diseñadas para minimizar la deflexión y la acumulación de concreto.<sup>17</sup>

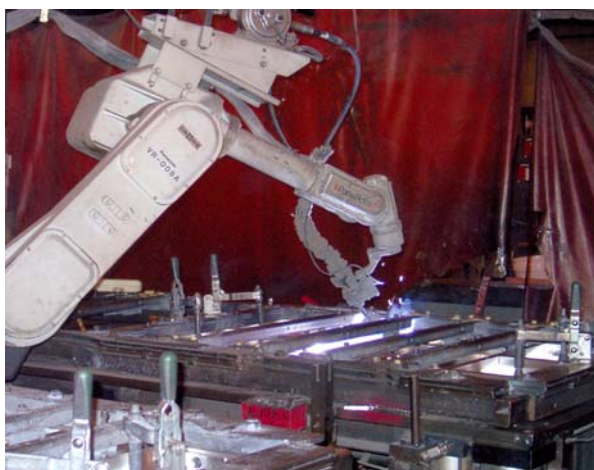


Foto #13: Forsa

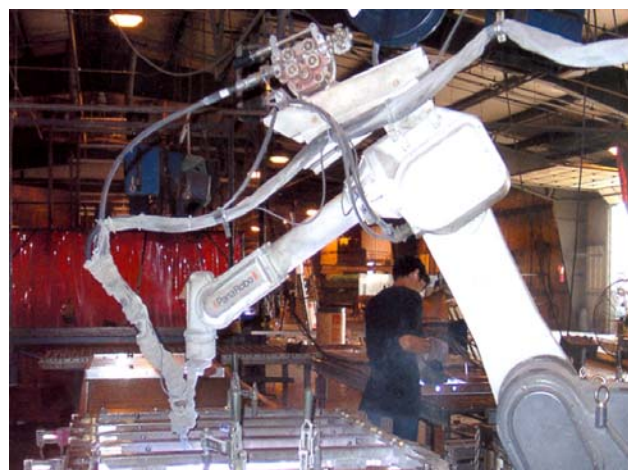


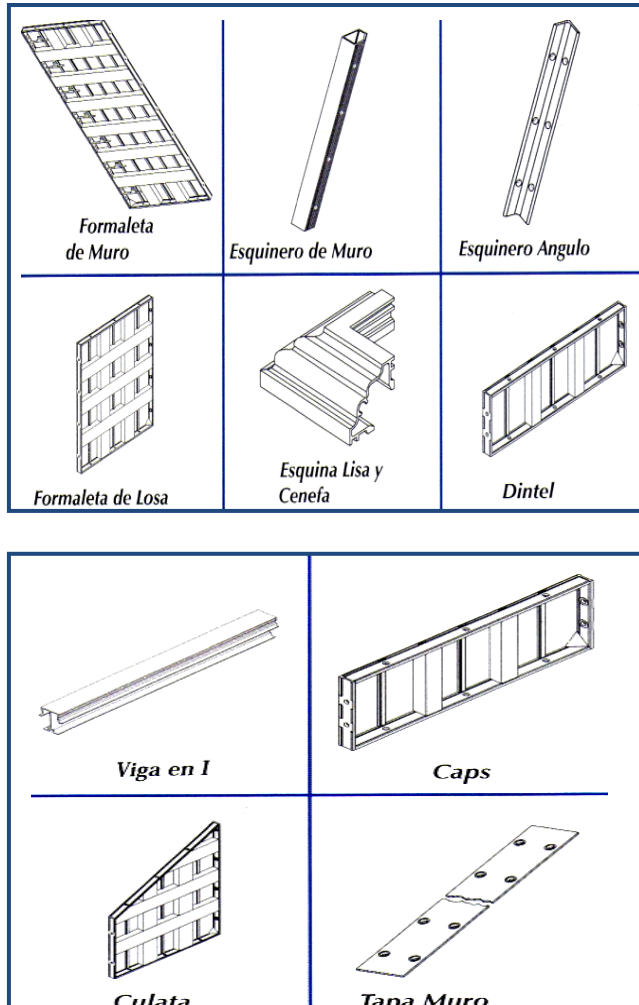
Foto # 14: Forsa

---

17, 18, 19, IBIDEM Pág. 19

### 16.3. Identificación de las Formaletas:

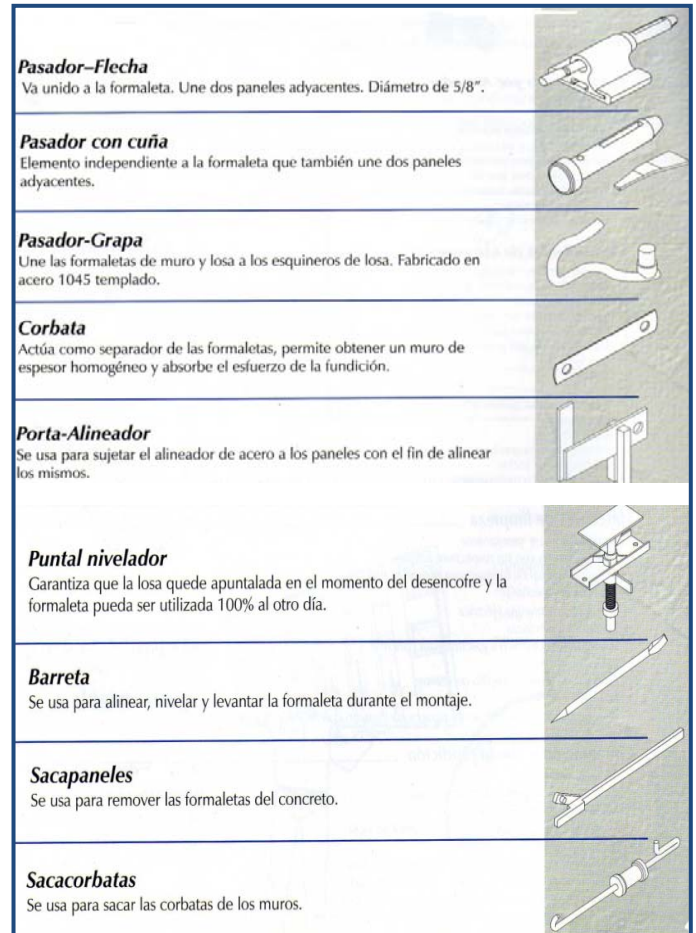
Existen diferentes tamaños de formaletas según su aplicación, por ejemplo las formaletas de panel para muro difiere de ancho y largo con las placas de losa. Se pueden clasificar según:



Grafica # 4 Fuente: Forsa

### 16.4. Identificación de Accesorios:

Todos los accesorios son fabricados en acero:



Grafica # 5 Fuente: Forsa

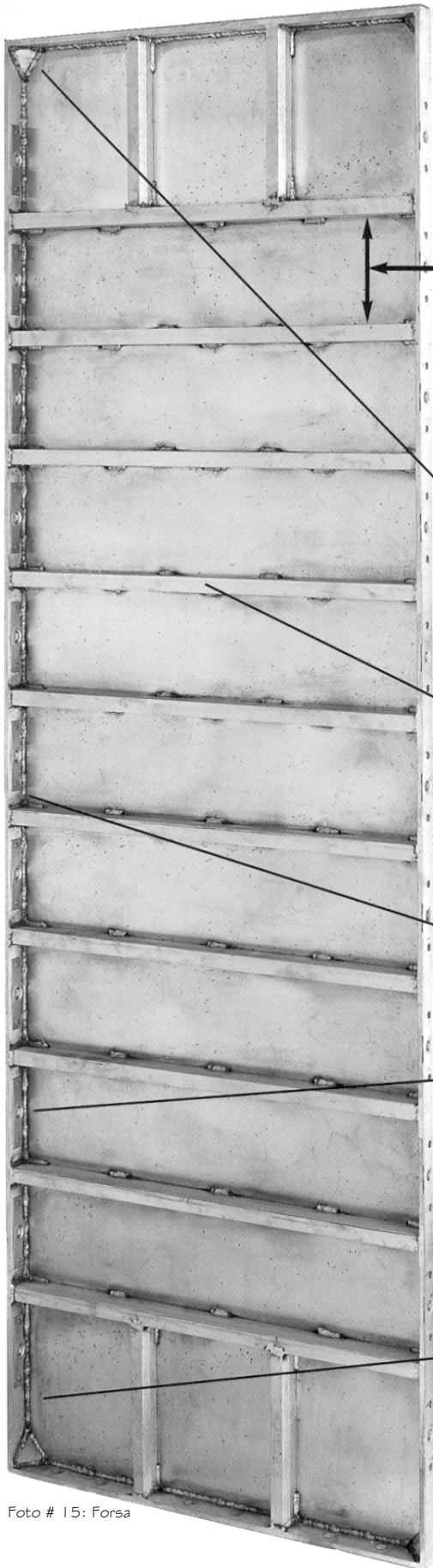
### 16.5. Aportes:

a. Actualmente se están construyendo muros de 8cm. lo que se aconseja utilizar concreto de revenimiento medio, pues los fluidos aumentan las fuerzas de empuje contra éstas.

b. Los moldes o formaletas tienen mayor resistencia y brindan una excelente uniformidad en el acabado del concreto. Si se siguen las especificaciones del fabricante y se utilizan los ensamblajes y tensores en forma adecuada, no se corre el riesgo de rebabas o aperturas en la formaleta.

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 18. Western Forms, Product Catalog 2003, 19. TrimForm System Inc. PFI, 2003.





### 16.6. Partes de un panel:

Un Panel de 0.90 x 2.40m c/lámina de 3.1 mm. Pesa 38 kg. Lámina de contacto estándar.

17.78 de separación entre refuerzos horizontales

20 cm. De separación entre perforaciones para pasadores de montaje en los perfiles laterales

**Lámina de contacto insertada** protege los bordes de la lámina contra daños y desgastes. Las esquinas son reforzadas con platinas especialmente soldadas.

Barras de refuerzos son de sección cerrada evitando que el concreto se pueda filtrar y acumular adentro de los mismos, las barras de refuerzos van soldadas en los costados y en los extremos agregando resistencia estructural y sellando posibles puntos de filtrados.

Perfil lateral extraído de aluminio de alta resistencia asegura una larga vida útil al panel.

Casquillo 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 1/4".



Foto # 16: Forsa

Welding son soldaduras continuas en todo el periodo incluyendo la parte superior de las barras de refuerzos. Los paneles grandes llevan soldadura robótica computarizada asegurando calidad y consistencia.

Foto # 15: Forsa





Presentación # 1 : por Forsa

Pasadores y cuñas para el ensamblaje de los paneles que conforman la formaleta, el casquillo con corona troquelada permite que el montaje y desmontaje de la cuña sea más fácil debido a que solo existen dos puntos de contacto.



Presentación # 2: por Forsa

El pasador y cuña, pasador de sección circular y forma de cono truncado trae 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.



Presentación # 3: por Forsa

Las cuñas son utilizadas para ajustar la unión de dos piezas de molde asegurando la posición correcta de separadores de paneles y de formaletas.

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 18. Western Forms, Product Catalog 2003, Kansas, EE.UU, 19. TrimForm System Inc. PFI, 2003. EE.UU.

## 17. VENTAJAS DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO

Los diseños residenciales de hoy son complejos y requieren mucha planificación y perfección en la construcción, para esto existe el método de fundición de muros y losas en sitio con formaleta de aluminio.

Básicamente existen 2 métodos de producción de Viviendas en serie usando formaletas mecanizado y manual.

El Método Mecanizado también llamado "túnel", usa como fuente de fuerza y movilidad por lo menos una grúa y la formaleta está diseñada en placas grandes que ocupan ambientes completos para poder desmoldarse de un solo movimiento y poder desplazarse sobre ruedas para luego ser transportada y reutilizada. El recurso humano puede ser entre 3 y 4 personas incluyendo al operador de la grúa.

En el método manual las placas de formaleta son pequeñas, pueden variar de un ancho de 0.90 metros a 0.60 m. para poder ser transportadas por el personal que tendrá que quitarlas, movilizarlas prepararlas y colocarlas. Se Usan Equipos de unas 10 a 20 personas.

En este manual nos enfocamos en la formaleta de Aluminio la cual es el principal recurso en la producción de viviendas en este momento, en nuestro medio.

### 17.1. Este Sistema Constructivo Ofrece:

**17.1.1. Solidez:** Los muros de concreto fundido, proveen una estructura altamente resistente.<sup>17</sup>

La mayor densidad y la construcción sin juntas de los muros fundidos reducen la filtración de agua comparada con la mampostería. En los muros fundidos aparecen micro fisuras ocasionadas por el efecto del fraguado del concreto, las cuales no atentan contra la estabilidad de los muros ni de la edificación en sí. Anacovi y el FHA, toman a dichas fisuras como normales y aceptables en el método constructivo.

**17.1.2. Flexibilidad:** El método de fundido de muros puede adaptarse a cualquier diseño de construcción. En la producción en serie no debería permitirse cambios particulares para cada vivienda, sin embargo el sistema es tan versátil que se presta para cambios de diseño de vivienda.

**17.1.3. Consistencia:** Las construcciones de muros fundidos en concreto tienen mejor apariencia. Los muros construidos de mampostería no garantizan una consistencia en la calidad del acabado debido a que esto depende del talento del obrero. Las paredes fundidas, en cambio están basadas en un método industrializado y sistematizado para una calidad consistente. Como consecuencia, los muros fundidos generan una alta satisfacción por parte del cliente.

**17.1.4. Oportunidades:** Las condiciones del tiempo son dinámicas e impredecibles. A diferencia de la construcción con mampostería, que se ve obligada a parar la obra por las inclemencias del tiempo, los muros fundidos se pueden construir durante cualquier condición climatológica, inclusive durante la lluvia y bajas temperaturas realizando las acciones adecuadas y considerando las medidas pertinentes. Otro factor, aunque el clima sea

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 18. Western Forms, Product Catalog 2003, Kansas, EE.UU. 19. TrimForm System Inc. PFI, 2003. EE.UU.

adecuado, es la disponibilidad de block que muchas veces retrasan el avance de la obra, el concreto utilizado en los muros fundidos es un material más fácil de manejar y el proceso de ponerlo en obra es mucho más fácil y directo que el de mampostería. El sistema de muro fundido es más fácil de lo que uno puede imaginarse. Con pocos trabajadores se incurre en menos riesgos laborales, podrán verse resultados más rápidos con cada muro y habrá más tiempo de terminar más obras.<sup>17</sup>

## 17.2. BENEFICIOS DE UTILIZAR FORMALETA:

**17.2.1. Reducción de costos de mano de Obra:** El fundido de muros de concreto requiere menos trabajadores que la construcción de mampostería, esta reducción de mano de obra es mantener sus costos bajos, su productividad alta mantiene una calidad consistente.

**17.2.2. Reducción de tiempo en Construcción y Acabados:** La duración de la construcción y las operaciones de acabado son reducidas substancialmente, el fundido de muros en campo le permite terminar la obra con varios días de anticipación en comparación al tiempo requerido por el sistema de blocks. Puede entregar un proyecto más rápido permitiendo para el desarrollador un retorno de su inversión en menos tiempo.

**17.2.3. Reducción de reclamos:** El fundido de muros le proporciona menos riesgos en problemas de filtración, inclinaciones grietas. Es un producto más resistente y de acabado más fino que un repello.

**17.2.4. Aumenta el desempeño en el Área de Trabajo:** El proceso de colocar el concreto en sitio mejora la limpieza en el área de trabajo. Los equipos pequeños

de trabajadores y las formaletas de aluminio mantienen las interrupciones al mínimo. Sin morteros, ni blocks regados por el área, el trabajo mantiene una apariencia profesional y reduce el tiempo malgastado y de limpieza.

### 17.2.5 Aumenta el margen competitivo:

Los muros fundidos en sitio proveen un desempeño y belleza superior a la construcción de mampostería. A los clientes les gustara que los proyectos se completen más rápido, lo cual ayuda al promotor de vivienda a iniciar proyectos nuevos.

**17.2.6 Aumenta la satisfacción del cliente:** Al final es el propietario quien tiene la última palabra, los propietarios generan propaganda hormiga con referencias positivas y felices, ya que esto ayuda a aumentar las ventas de las viviendas de un proyecto, genera oportunidades de trabajo y la satisfacción de los propietarios que adquieren vivienda.<sup>17</sup>

**Bondades del Sistema constructivo:** Los muros fundidos en sitio le permiten proveer:

- Casas más resistentes y seguras
- Construcciones más rápidas y tecnificadas
- Permite un rápido retorno de la inversión de la formaleta.<sup>18</sup>

---

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 18. Western Forms, Product Catalog 2003, Kansas, EE.UU, 19. TrimForm System Inc. PFI, 2003. EE.UU.



PROCESO CONSTRUCTIVO + PRELIMINARES +  
EXCAVACIONES



#### 14. CAMPAMENTO

La actividad en la obra comienza desde el campamento o bodega, que se realiza para que la herramienta y los materiales estén salvos de robo, como también de las inclemencias del tiempo.

Prácticamente es lo primero que se realiza, con materiales provisionales como madera o estructura metálica con lámina, para luego poder ser desmontado nuevamente y pueda trasladarse a otro lugar o bien a otra obra.

La bodega se realiza en un lugar donde no hayan escorrentías de agua donde se expongan los materiales almacenados, también se debe dejar el campamento cercano a una acometida de electricidad para trabajos que lo requieran.

Las dimensiones del campamento pueden variar según la necesidad, para las viviendas en serie el campamento se debe realizar de una dimensión mayor a la que normalmente se necesita en un obra común, se debe tener en cuenta que habrá un guardia las 24 horas del día, la persona que hará la guardianía no es la misma persona que el bodeguero.

El bodeguero es quien lleva el control de los materiales, es por ello que se necesita tener un área privada dentro del campamento para el guardián.<sup>24</sup>



Foto # 17: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



1. Secuencia de construcción de campamento

Foto # 18: G. Flores



Foto # 19: G. Flores



Foto # 20: G. Flores



Foto # 21: G. Flores

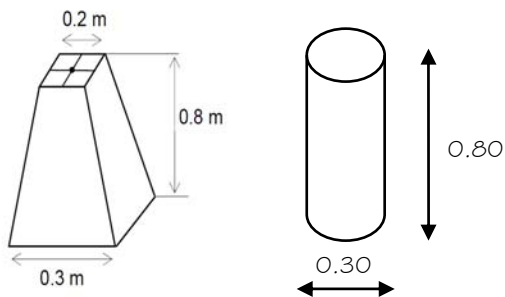
## 15. PRELIMINARES

### 15.1 Eje de terrenos

Los ejes de terrenos se refieren al amojonamiento de los lotes, identificación que es correspondiente entre la medida del terreno, la escritura del terreno y el plano de registro, estos ejes deberán estar medidos de preferencia con teodolito, en el sistema de formaletas es primordial que los mojones estén bien colocados, porque sino toda la formaleta que estará colocada en los cimientos estará desalineada y esto provoca más consumo de concreto.

Se sugiere que los mojones sean colocados con bases de concreto con una profundidad mínima de 80 cms. Una superficie sobre el nivel de 2 pulgadas de 15 cm. x 15 cm. con una base trapezoidal de 30 cm. X 30 cm. Con alma de 4" de diámetro, estos llevan un clavo o hierro que indica el centro del mojón y es el punto en donde se empiezan a tomar las medidas asimismo están pintados en su extremo superior de color rojo para ser identificados de manera fácil y rápida.

Los mojones ayudan a determinar las dimensiones del terreno que deben ser medidas y comparadas con lo indicado en los planos topográficos o generales que tenga el residente del proyecto.<sup>24</sup>



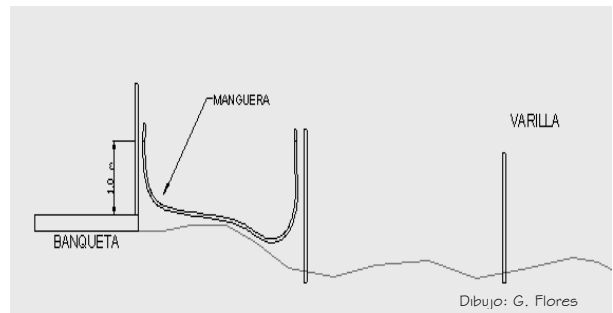
Fuente: Manual Grupo Macro

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

### 15.2 Colocación y Nivelación del Corral de Trazo:

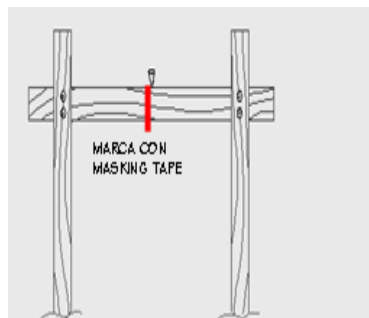
Antes de iniciar cualquier trazo sobre la plataforma ya nivelada, se debe colocar en todo el perímetro del área de trabajo una armazón llamada corral de trazo. Para nivelar el corral de trazo se puede utilizar teodolito, nivel topográfico o el método de manguera que se describe a continuación:

1. Colocar párales en las esquinas del área de trabajo a una distancia aproximada de 0.50 a 1.00 metro fuera de ella (cuando el terreno lo permita preferentemente varillas de hierro de 5/8").
2. Medir una distancia dentro de un rango de 0.20 a 0.50 metros sobre la varilla a partir del suelo y marcarla con crayón.

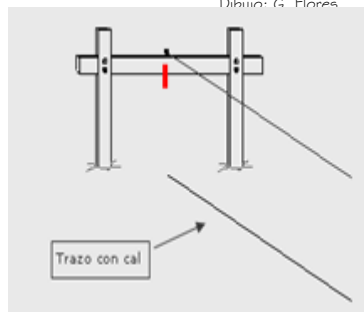


3. llenar una manguera transparente de 3/8 o 1/2 pulgada y de uno 10 o 15 metros de longitud, con agua verificando que no contenga burbujas de aire. Ejemplo: Si no hay un chorro con presión suficiente, se puede sumergir en un tonel lleno de agua durante varios minutos hasta que salgan todas las burbujas de aire.

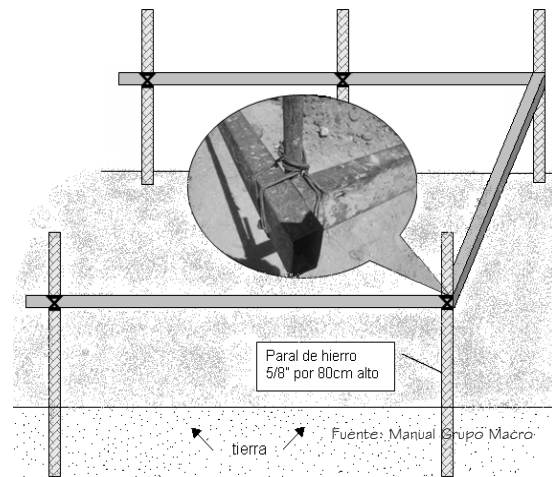
4. Colocar un extremo de la manguera al lado de otra estaca, haciendo coincidir el nivel de agua con la marca que se hizo sobre la estaca.
5. Colocar el otro extremo de la manguera al lado de otra estaca en la que desee establecer el nivel de referencia.
6. marcar con crayón la altura del agua sobre la estaca. Repetir este paso en todas las estacas colocadas.<sup>24</sup>



Dibujo: G. Flores



rectangular de 1" x 2" de metal como se muestra en la figura estos tubos son reutilizables y mucho más duraderos, evitando que se realicen gastos repetitivos por compra de reglas de madera o hierros que no tienen mayor estabilidad que estos tubos.<sup>24</sup>



### 1.5.3 REFERENCIA PARA EL TRAZO

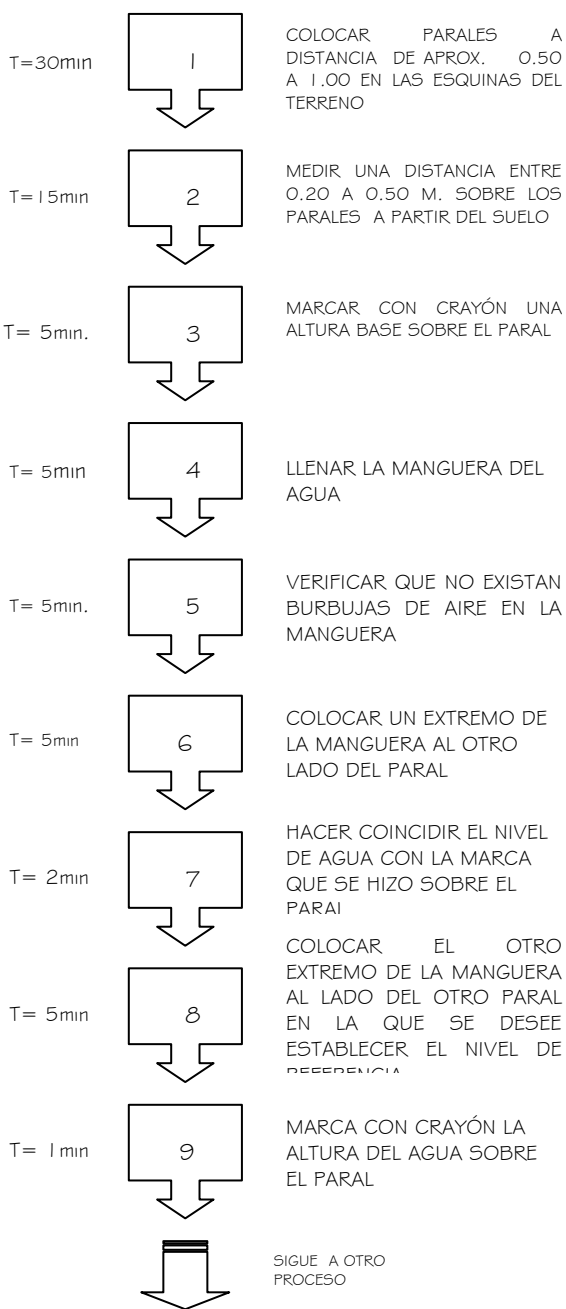
1. El corral de trazo se marcara sobre masking tape los ejes de los muros y se colocaran los hilos para otros ejes de referencia.
2. Unir todas las estacas con un puente a la misma altura de referencia. Se recomienda utilizar un tubo rectangular de 1" o 2" de metal o de madera.
3. Para unir todos los párales del corral de trazo se recomienda utilizar un tubo

<sup>24</sup>. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 1

Actividad: Nivelación con manguera



Muestra: G. Flores

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	9	73 min.
Inspecciones	1	5 min.

## 15.4 EXCAVACIONES PARA CIMIENTO CORRIDO Y ZAPATAS

1. Las dimensiones de las zanjas para los cimientos y zapata deben corresponder a lo indicado en los planos, si los planos no lo especificaran se recomienda una profundidad de 0.10 m para el cimiento corrido y 0.25 m para la zapata, como se muestran en las figuras 22 y 23, se utilizan estas medidas porque son las profundidades mínimas necesarias para soportar la carga de la vivienda.

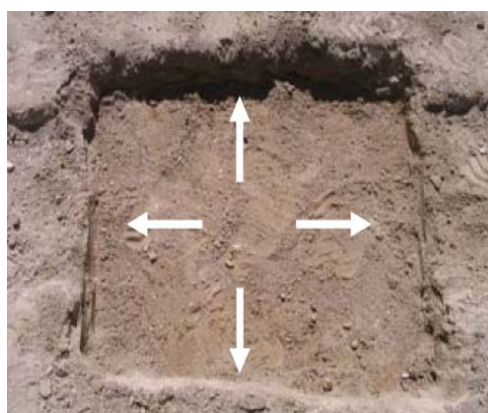


Foto # 22: G. Flores

2. La ventaja de estas excavaciones consiste en el tallado de cada zanja, logrando la uniformidad en el espesor del concreto que cubre estas estructuras<sup>24</sup>.



Foto # 23: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

### 15.5 TRAZO ZANJAS DE DRENAJE SANITARIO, AGUA PLUVIAL Y AGUA POTABLE:

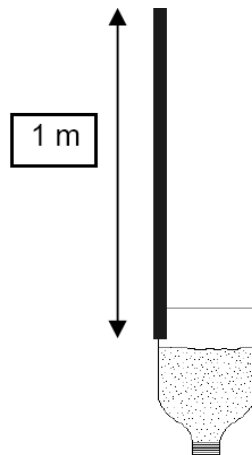
1. Se debe tomar como referencia el corral de trazo, utilizando los ejes establecidos. Para trazar se marcara con cal la ubicación de las zanjias.



Foto # 24: G. Flores

2. No se debe aplicar directamente con las manos para evitar lesiones en la piel y ojos de la persona que lo aplica, se debe utilizar un bote que puede ser un envase plástico invertido y con su base cortada.

3. Para mayor facilidad de manejo, rapidez y exactitud en el trazado se recomienda unir una vara a un bote como se ve en la figura.<sup>24</sup>



Fuente: Manual Grupo Macro

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

### 15.6 EXCAVACIÓN TUBERÍA DE DRENAJE SANITARIO, AGUA PLUVIAL Y AGUA POTABLE:

La profundidad de las zanjias dependerá de las cotas invert con referencia en la conexión domiciliar o especificada en el plano de la red general de drenajes (si se encuentran disponibles), el ancho mínimo de las zanjias será de 30 cms.



Foto # 25: G. Flores

Cuando sea necesario se podrá utilizar la misma zanja para colocar las tuberías de agua negra y pluvial. Las tuberías de aguas negras deben quedar debajo de las tuberías de agua pluvial, dejando una separación de 0.10 m. la pendiente mínima para instalar tubería será del 1%<sup>24</sup>.



Foto # 26: G. Flores

## 15.7 COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE SANITARIO Y AGUA PLUVIAL:

Fuente: Manual Grupo Macro

1. El lugar donde se instalara la tubería será la especificada en planos.

2. El tipo de tubería que se utilizará será la especificada en planos o la siguiente: en sentido horizontal (losas) PVC de 80 psi y en sentido vertical (muros) PVC de 125 psi.

3. Para unir tubo se debe usar unión de fabrica (no in situ), y poner pegamento tanto en la parte interna como externa después de haber lijado la superficie de contacto.

4. Los accesorios a utilizar son Sch 40 DWV o de pared delgada (codos, yees, cruces, tees).

5. La tubería tendrá la pendiente especificada en planos o una mínima de 1% (ver ejemplo)

El tiempo de instalación de tuberías es de 350 min. Aproximadamente 6 horas, este tiempo puede reducirse si se tiene una medida estándar para el ancho de la zanja porque de no ser así, se puede perder tiempo y dinero al tardarse para cumplir una meta.

## 15.8 SECUENCIA DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE DRENAJE

Fuente: Manual Grupo Macro



1. Pegar los tubos



2. Colocar la tubería a plomo



3. Rellenar la zanja para detener la tubería y por último se realizará la compactación.

-Se recomienda que las tuberías de drenaje instaladas dentro de los muros deben cubrirse con malla de gallinero que ira sujeta al tubo con alambre de amarre, esto ayuda a contrarrestar fisuras en los muros.

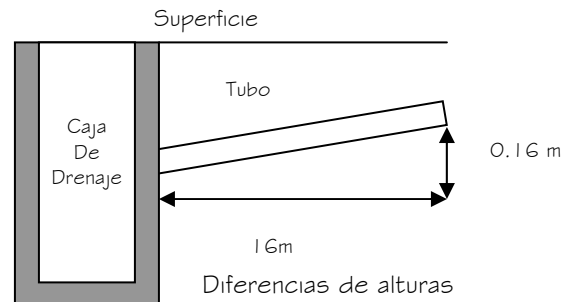
- Otra recomendación importante es tapar los tubos con cinta gris aislante para no dejar entrar concreto en el momento de la fundición<sup>24</sup>.

- Si la distancia horizontal entre el inicio de la tubería con la Cota Invert fuera de 1.6 metros la pendiente será igual a:

$$\text{Diferencia de alturas} = (\text{distancia horizontal}) \times 1\%$$

$$\text{Diferencia de alturas} = 1.6 \text{ m.} \times 0.01$$

$$\text{Dh} = 0.16$$



Esta pendiente mínima permite que todas las aguas negras y pluviales fluyan fácilmente hacia el drenaje municipal, evitando así el estancamiento de esta agua dentro de las viviendas.

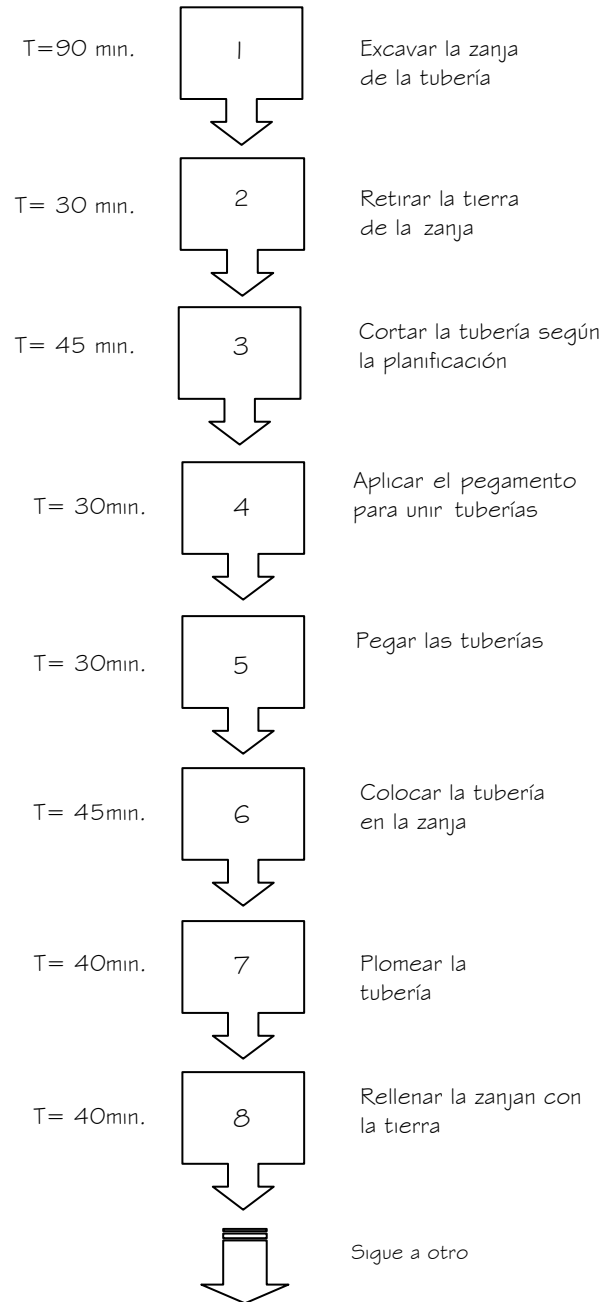
- Algo muy importante también es proteger el tubo, porque de no ser así se pueden llenar de concreto, basura u otro material de construcción cerrándolos por completo, lo que provocaría tener que limpiar el tubo e incluso cambiarlo por completo si es que se daña mucho, esta problemática se visualiza detalladamente en la figura.<sup>24</sup>



Foto # 27: G. Flores

## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 2

Actividad: Excavación para Instalaciones



Muestra: G. Flores

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	8	350

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



### 15.9 COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC Y CPVC PARA AGUA POTABLE:

Se instalara la tubería en el lugar y del tipo que especifiquen los planos, si no lo indican seguir las siguientes opciones.

1. La tubería que se utilizará es PVC de 1/2" de 315 PSI, Tubería PVC de 3/4" de 250 PSI para agua fría.
2. Tubería CPVC de 1/2" 100 PSI y 82.2° centígrados, para agua caliente.



Foto # 28: G. Flores



Foto # 29: G. Flores

3. Para unión de tubos se debe utilizar la unión de fabrica (campana), y no el que se realiza en obra ya que esto ocasiona fugas en el entrepiso o según donde se dé el caso, lo adecuado es utilizar la campana aplicando el pegamento adecuado al tipo de tubo (PVC o CPVC) tanto en la

parte interna como externa después de haber lijado la superficie de contacto.

4. Evitar exceso de pegamento para evitar taponamientos y daños al tubo debido a que el pegamento es un solvente adhesivo que deshace el tubo y puede modificar su resistencia a la presión.
5. A todas las puntas de los tubos se les pondrá un codo HG con adaptador y tapón macho dejándonos a la altura establecida en el plano. En la colocación de teflón se deberán dar aproximadamente 8-10 vueltas.

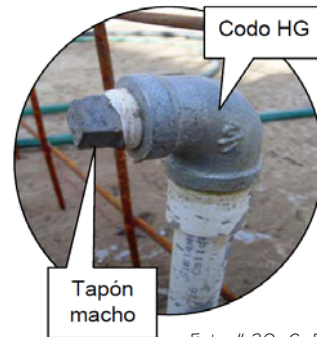


Foto # 30: G. Flores

6. Entre las tuberías de agua fría y agua caliente debe mantenerse una separación mínima de 20cm. Y donde halla cruce, proteger con mezcilon o mangas de PVC<sup>24</sup>.

### 15.10 EXCAVACIÓN DE DUCTOS ELÉCTRICOS, INSTALACIONES ESPECIALES Y TUBERÍA PARA GAS:

1. Algunas de las instalaciones son cable-TV, gas, alarma, etc. La profundidad de la excavación es aproximadamente de 0.15 a 0.20 m del nivel de la plataforma.

<sup>24</sup>. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



Foto # 31: G. Flores

2. Se utilizan estas medidas, ya que encima de estos ductos irá un cimiento de concreto de aproximadamente 0.10 m de espesor este cimiento oculta y protege las instalaciones por lo tanto se hace innecesario una mayor profundidad.

3. Los tubos de gas se instalarán dentro de tubos de CPVC, o poliducto, para protegerlos ya que son tubos de cobre flexible de 1/2" y estos se dañan fácilmente.

4. Se recomienda proteger los tubos colocando un tapón o cerrar el extremo de las tuberías para evitar que entre concreto o cualquier otro material.<sup>24</sup>

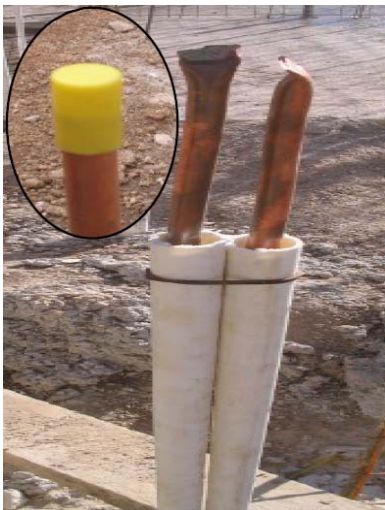


Foto # 32: G. Flores

Para las instalaciones especiales se utilizan poliducto de 3/4".



Foto # 33: G. Flores

## 16. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todas las instalaciones eléctricas se harán al terminar de colocar los pines y columnas. Los diámetros de los ductos de electricidad serán los siguientes:

- I. Acometidas 1 1/4" o 2"
- II. Luz y fuerza 1/2" o 3/4"
- III. Cable y teléfono 3/4"
- IV. Estufa y calentador 1"

Todas las tuberías pasaran debajo de la electromalla y se consideraran las alturas de los accesorios eléctricos las cuales deberán estar especificadas en planos. De lo contrario se recomiendan las siguientes alturas:

1. Interruptores deben estar a una altura de 1.20 m. del nivel del suelo
2. Tomacorrientes a una altura 0.30m. del nivel del suelo
3. Cajas octogonales para lámparas de pared, altura 2.20m. de nivel del suelo
4. El tablero de distribución de circuitos a una altura de 1.80m. al eje central horizontal

5. Para instalaciones especiales (cable-TV, teléfono, alarma, intercomunicador, Internet, calentador) a una altura de 0.30
6. La caja de tomacorrientes se coloca horizontal y la de interruptores vertical.<sup>24</sup>

Cuando se necesite instalaciones especiales se recomienda dejar tubería y cajas para:

- Motor para portón
- Estufa eléctrica
- Extractor de olores para la estufa
- Lavadora y secadora en el área de lavandería
- Tomacorrientes e iluminación

#### 1.6.1 Recomendaciones Importantes:

- i. Verificar que la colocación de las cajas estén niveladas y aseguradas con doble varilla de hierro de 1/4" y no de 5/8", 1/2", 3/8", o dado que el proceso de la fundición pueden desplazarse quedando desniveladas.
- ii. El tablero de flipones debe ser protegido para que no penetre el concreto durante la fundición. Se puede usar por ejemplo papel mojado.<sup>24</sup>



Foto # 33: G. Flores

- iii. Las cajas también deben ser tapadas preferiblemente con duroport para protegerlas durante la fundición
- iv. Las cajas deben ir enjuadas, se utilizara alambre galvanizado calibre 16, y siempre se deben colocar conectores para que no se suelte el tubo de la cajita en la etapa de fundición.



Foto # 34: G. Flores

#### 1.6.2 COMPACTACIÓN TUBERÍA DE DRENAJE SANITARIO, AGUA PLUVIAL, AGUA POTABLE E INSTALACIONES ESPECIALES:

Después de realizadas las instalaciones requeridas por los planos se debe compactar el terreno y se deben retirar los materiales sobrantes de la plataforma para entregarla tal y como se recibió.

En el área de cimentación se utilizara la bailarina o mazo para compactar las zanjas. Rellenar la zanja de la siguiente forma:

- i. Una capa de selecto hasta cubrir los tubos
- ii. Después se rellena con tierra del mismo terreno
- iii. Después aplicar una mezcla en proporción 1:10 (cemento: selecto)



- iv. Por último humedecer la tierra con agua y compactar en capas aprox. A cada 20 cms.
- v. El mazo a utilizar puede ser un tubo de 1.5m de altura con una base de metal de 20x20 cm. Por ½" de espesor.<sup>24</sup>



Fuente: Manual Grupo Macro



Fuente: Manual Grupo Macro

### 16.3 Prefabricación de cajas de drenaje:

En la mayoría de los Proyectos donde se trabajan viviendas fundidas con formaleta se realizan las cajas de registro, trampas de grasas, reposaderas y lavaderos de igual forma, fundidas en obra y para ello también se tienen moldes metálicos o de aluminio para este fin.

Las **trampas de grasa** son un sistema subterráneo diseñado para capturar aceites, grasas, y residuos provenientes del sistema de desagües de la vivienda, a su vez necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponamientos, estas cajas también son fundidas en obra por medio de cajas metálicas:



Fuente: Manual Grupo Macro

Los materiales utilizados para fundir esta caja son arena amarilla y cemento, se debe fraguar por lo menos una semana, las hay de una trampa y dos trampas de grasa.<sup>24</sup>

<sup>24</sup>. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

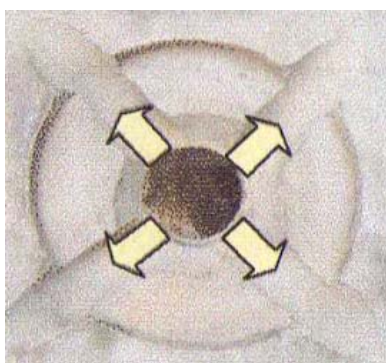
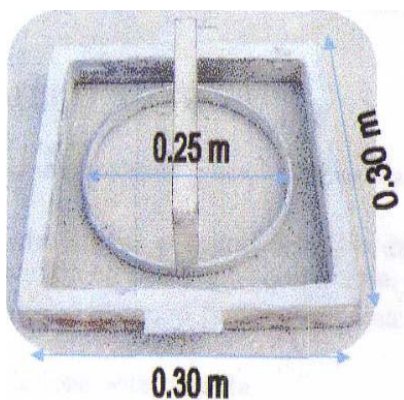


Las **cajas de Unión**, sirven para converger tuberías de desagüe, tiene las mismas características de fabricación de una trampa de grasa y la misma dosificación para su fundición y fraguado, aunque el molde es diferente:



Fuente: Manual Grupo Macro

Las Reposaderas son cajas a flor de tierra que sirven para evacuar las aguas de lluvia en patios y jardines, también utilizadas en lavanderías; de la misma forma que las cajas anteriores se fabrican con cemento y arena al igual se dejan fraguar una semana.<sup>24</sup>



Fuente: Manual Grupo Macro

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



FUNDICIÓN DE CIMIENTOS + ARMADO DE ESTRUCTURAS



## 17. ESTRUCTURAS

Las estructuras generalmente son armaduras de acero y hormigón armado que fijan al suelo, sirven de sustentación a una vivienda. Entre las estructuras más comunes utilizadas para la construcción de viviendas están la cimentación, columnas, vigas y losas.

### 17.1 PREFABRICACION DE ARMADURAS:

Los armadores deben tener un taller o áreas específica en el campamento para realizar todas las armaduras, adecuado a la cantidad de piezas a producir. Se recomienda que los armadores tengan la siguiente herramienta y equipo:

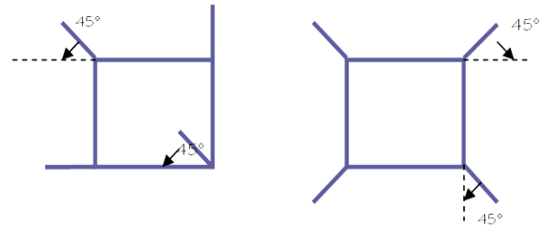
1. grifas
2. tenazas
3. cizalla 1/4", 1/2", 3/8", 5/8"
4. guantes
5. crayón de 2 colores
6. Mesas de trabajo

Esta base se utiliza para elaborar estribos y eslabones de 3/8", 1/4", 5/8", y 1/2". Como se puede observar cuenta con base y varios pines de hierro distanciados según las dimensiones de la armadura especificada en los planos, esta base se instala sobre una mesa para que sea más fácil su uso.

### 17.2 CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ASPECTOS AL PREFABRICAR LAS ARMADURAS:

- Que la armadura se hagan conforme a planos
- Evitar desperdicios de hierro al hacer los cortes. Se tendrá que hacer una práctica o planos taller para optimizar este punto (aprovechar el 100% de cada varilla) <sup>24</sup>.

- Confinamientos (distribución correcta de estribos y eslabones en columnas y vigas).



**Columna Excéntrica**  
cuando se encuentra en una esquina de la vivienda

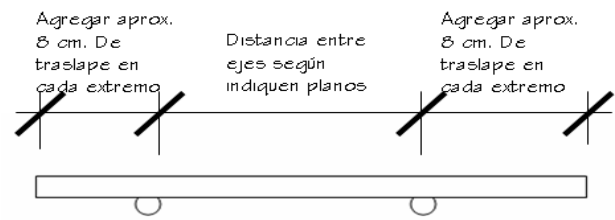
**Columna Centrada**  
cuando no se encuentra cerca de los límites de la vivienda

Dibujo: G. Flores

- Traslapes mínimos dependiendo del grosor del hierro:

- 5/8" → 50 cm.
- 1/2" → 40 cm.
- 3/8" → 30 cm.
- 1/4" → 20 cm.

### Detalle de eslabones:



Dibujo: G. Flores



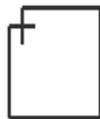
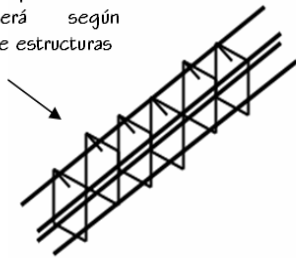
Eslabón terminado

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

Recomendación para colocar los estribos en las columnas:

1. Coloque los estribos a las distancias indicadas en planos
2. alterne el extremo donde se cierra el estribo a lo largo de la columna como se muestra en la imagen.
3. Un criterio de armado e instalación de vigas es no realizar traslapes en las varillas dentro de las vigas, debido a la deflexión que ocurre en ellas.

Armado de columna  
la especificación  
dependerá según  
plano de estructuras



Estribo  
de 1/4

### 17.3 COLOCACION DE ARMADURAS DE ZAPATAS

Dibujo: G. Flores

En la prefabricación de zapatas se debe considerar lo especificado en planos, como el diámetro del hierro y traslapes mínimos, en la figura se observa la estructura básica de una zapata, omitiendo medidas debido a que son muy variadas por que dependen del tamaño de la vivienda.

Las Zapatas serán las primeras armaduras que se colocan, es importante fijar tacos de cemento debajo de la zapata para darle la altura especificada en planos de revestimiento de concreto (8.5 cm. de revestimiento para zapatas).

Para evitar el movimiento de la armadura de la zapata durante la fundición se le

pueden colocar pines de aprox. 15-20 cm. Con mangas de tuboducto, los cuales se amarran con alambre a la estructura como se muestra en la fotografía. El tuboducto evita que la armadura entre en contacto directo con el suelo a través de los pines lo que ocasionaría su oxidación.

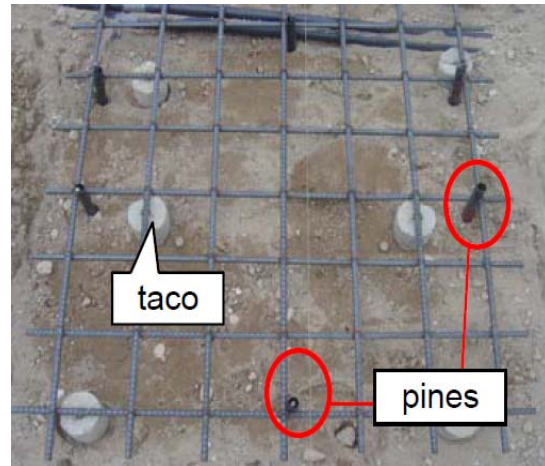


Foto # 35: G. Flores

La mejora en la colocación de zapatas consiste en la colocación de los pines forrados con tuboducto evitando así, la armadura entre en contacto directo con el suelo a través de los pines lo que ocasionaría su oxidación y deterioro.

### 17.4 COLOCACIÓN DE COLUMNAS Y PINES SOBRE ARMADURA DEL CIMIENTO:

La armadura de cimiento corrido es el soporte de todos los muros portantes de la carga de la estructura. Se colocará donde indique el plano y se colocarán tacos de cemento suficientes para darle la altura especificada en planos y evitando el contacto con el suelo y la oxidación de la estructura.<sup>24</sup>

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

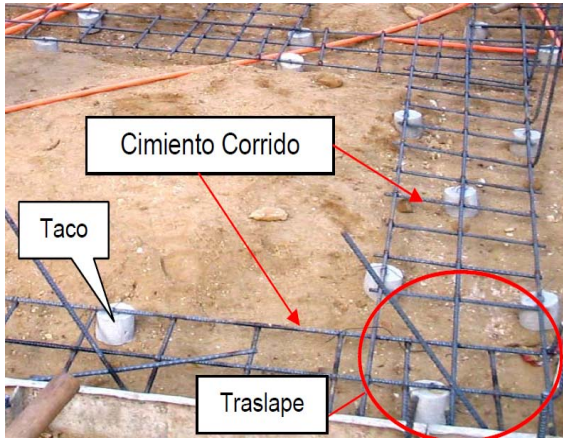


Foto # 36: G. Flores

En las esquinas deben traslaparse las parrillas del cimiento corrido y asegurarse con alambre de amarre, como se observa en la figura.

Las columnas y pines se colocan según medidas especificadas en plano y se fijaran directamente sobre el cimiento corrido con alambre de amarre los traslapes deben ir en la medida de lo posible a 45° del eje de la columnas. Cuando el plano no indique el largo de traslapes se recomienda lo siguiente:

Traslapes mínimos dependiendo del grosor del hierro:

- 5/8" → 50cm
- 1/2" → 40cm
- 3/8" → 30cm

#### 17.4.1 Criterios de Armado e Instalación:

1. Las esperas sirven para enganchar la losa de cimentación con los muros del primer nivel. Estas (simples o dobles) se deben colocar como parte de la parrilla del cimiento corrido como se muestra en la figura, evitando así el desperdicio de hierro en las varillas transversales. La distancia entre esperas será especificada en planos de no ser así se recomienda por lo menos una a cada  $0.40 \text{ cm}^{24}$ .



Foto # 37: G. Flores



Esperas

Foto # 38: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

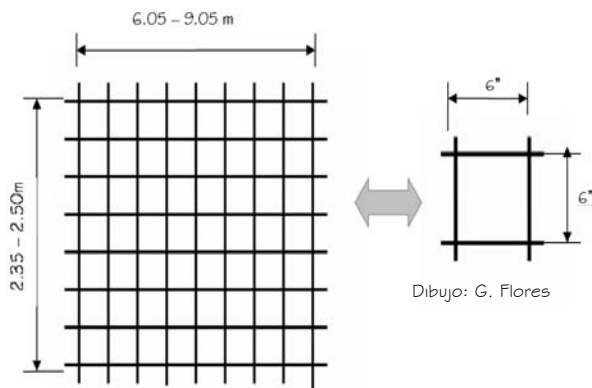


2. preferentemente no deben haber traslapes en las varillas dentro de las vigas, debido a la deflexión que ocurre en ellas. Sin embargo cuando no se puedan evitar que ocurra se deben seguir los siguientes criterios:

- No traslapar en los extremos superiores
- No traslapar en la región central inferior

### 17.5 COLOCACION ELECTROMALLA

Toda la Electromalla se pondrá según lo especificado en planos. Antes de colocar la Electromalla se revisara cual será la mejor forma de modularla para evitar desperdicios, dependiendo de las medidas disponibles en el mercado.



Comercialmente se puede conseguir electromalla en planchas y en rollo (solo para las de diámetro más delgado 7/7, 8/8, 9/9 y 10/10, el ancho en ambos casos puede variar 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. dependiendo del fabricante. Las medidas y uso que generalmente se aplican en viviendas son las siguientes:

Medidas	Color	Uso
6x6 - 4/4	Negro	Muros
6x6 - 4.5/4.5	Naranja	Muros
6x6 - 6/6	Verde	Losa
6x6 - 7/7	Blanco	Cimientos

Tabla # 1, Por G. Flores

La aplicación de la pintura sirve para identificar el tipo de electromalla, esto contribuye a que los enmalladores no se confundan con las medidas de las electromallas ya que son muy parecidas y en varias ocasiones se han confundido y toman la incorrecta.



Foto # 39: G. Flores

Los traslapes de electromalla en losas y muros se harán con dos cuadros. La electromalla debe quedar en el centro de la altura de la losa de cimentación, entepiso o final, para lo cual se utilizan distanciadores de plástico. No obstante, también se pueden usar tacos de cemento en la losa de cimentación.<sup>24</sup>

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

### 17.5.1 COLOCACION ARMADURA CIMENTO CORRIDO Y TACOS:

La armadura del cimiento corrido es el soporte de todos los muros portantes de la carga de la estructura, se colocara donde indique el plano y se colocaran tacos de cemento suficientes para darle la altura especifica en planos. De no indicarse, el cimiento corrido se debe elaborar con hierro de 3/8" a 1/2". La distancia de colocación de tacos en eletromalla de 1/2" (4.5/4.5) será de 15 cm. De espaciamento. En electromalla de 3/8" (6/6) se colocaran a cada 38 cm. Espaciamento.



**TACOS**

Foto # 40: G. Flores

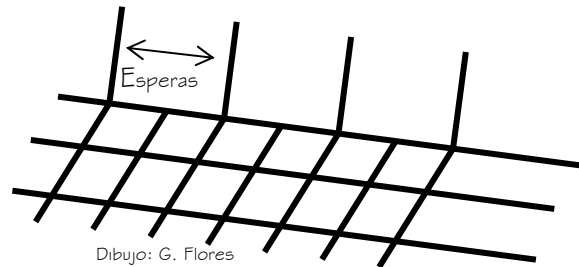
En las esquinas deben traslaparse las parrillas del cimiento corrido y asegurarse con alambre de amarre.

Se observa que la estructura de un cimiento corrido que consiste en colocar tres hierros horizontales y después se colocan hierros del mismo grosor para formar cuadros uniendo los tres hierros, estos hierros se colocan a una distancia recomendada de 0.20m y tienen la ventaja de ser unas escuadras que incorporan las esperas que se utilizan para sujetar la electromalla que va dentro de los muros.

La electromalla se instalara horizontal o verticalmente dependiendo de la altura del muro. Estas se fijaran a esperas de hierro que quedan colocadas desde la

losa de cimentación para hacer el traslape correspondiente y fijar la electromalla.

El traslape de las electromallas será de 2 cuadros mínimo, el grado de resistencia y espaciamento de la electromalla debe ser lo especificado en planos.<sup>24</sup>

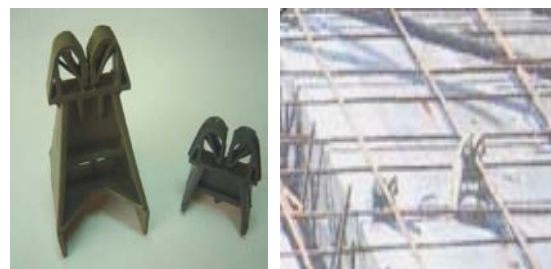


La mejora en esta estructura es la incorporación directa de la espera y con ello se tiene un ahorro de material y tiempo en el armado.

### 17.5.2 Distanciadores de losa de Cimentación:

En losas de cimentación, entrepiso o losas finales existe doble cama de electromalla para lo cual se propone utilizar distanciadores de plástico como se muestra en la figura, por ello se colocaran 2 tamaños de tacos para darle la distancia indicada en planos.

El taco más pequeño se utilizara en la primer cama y el más grande para la segunda cama, estos tacos tienen una base circular con el fin de no hundirse en la tierra<sup>17</sup>.



Fuente: Forsa

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005. 17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



En la figura anterior se observan dos medidas de estos distanciadores porque en las losa de entrepiso se colocan dos capas de electromalla a dos alturas diferentes. En la losa de cimentación se utilizan tacos de cemento. Los traslapes de electromalla en losas y muros se harán con dos cuadros como se muestra en la figura.



Foto # 41: G. Flores

## 18. FUNDICION DE LOSA DE CIMENTACION:

Una parte fundamental de la losa de cimentación es que la estructura quede dentro de una zanja muy bien tallada y a una profundidad especificada en los planos o con un mínimo de 12 centímetros de alto sino lo especificara. El vaciado del concreto premezclado se puede realizar con bomba o grúa<sup>17</sup>.

El concreto en los CIMIENTOS debe colocarse DIRECTAMENTE, a menos que no se tenga acceso a descargar el chifle (canal de descarga) entonces se utilizará bomba.



Foto # 42: G. Flores

### 18.1 Especificaciones del concreto:

Gravilla a utilizar va desde 3/8" hasta 1/4"

Resistencia 3,000 psi (210 Kg./cm<sup>2</sup>)

Se debe pedir con un **Slump** de 3" (7.62 cm.)

Aditivo Acelerante de Fraguado

### 18.2 Secuencia para fundir

Se recomienda realizar la descarga o vaciado del concreto a menos de un metro de altura, para evitar segregación. Para la colocación del concreto se deben tener en cuenta las siguientes precauciones para lograr un buen Resultado:

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005. 17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

1. Para distribuir el concreto los encargados de colocación deben utilizar palas y después de haber distribuido el concreto sobre un área determinada deberán pasar un rastrillo para distribuir el concreto de manera uniforme.



Foto # 43: G. Flores

2. Al terminar de llenar la formaleta y compactar el concreto en la losa, se realiza la primera operación de acabado que es la nivelada o enrasado tal como se observa en la figura haciendo pasar una regla o rastra de madera o metal, con un movimiento de aserrado al mismo tiempo que se avanza una corta distancia, cada movimiento de esta operación deben realizarla dos operarios y deben guiarse por los arrastres que se encuentran instalados en esa área.

3. Inmediatamente después nivelar y emparejar la superficie, se deben eliminar puntos altos y bajos y metiendo salientes de agregado, por medio de una plancha o llana en áreas pequeñas o una plancha con un mango largo para no dejar marcas en la losa<sup>17</sup>.

## 19. Asentamiento de Cono (Slump)

Este ensayo fue ideado por el investigador norteamericano Abrams. Su ejecución está regulada por NCh 1019 E Of.74 y consiste básicamente en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior.

De esta manera, la medida del asentamiento permite determinar principalmente la fluidez y la forma de derrumbamiento para apreciar la consistencia del hormigón. Dada su simplicidad de ejecución, el ensayo de asentamiento se ha generalizado como medición de la trabajabilidad del hormigón.<sup>5</sup>

**19.1 Procedimiento:** La cantidad de concreto necesaria para efectuar este ensayo no será inferior a 8 litros.

1. Se coloca el molde sobre la plancha de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos sólo con agua. No se permite emplear aceite ni grasa.

2. El operador se para sobre las pisaderas evitando el movimiento del molde durante el llenado.

3. Se llena el molde en tres capas de aproximadamente igual volumen y se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla-pisón distribuidas uniformemente. La capa inferior se llena hasta aproximadamente 7 cm. de altura y la capa media hasta aproximadamente 16 cm. de altura. Al apisonar la capa inferior se darán los primeros golpes con la varilla-pisón ligeramente inclinada alrededor del perímetro. Al apisonar la capa media y superior se darán los

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos, Reservados 2002. Editorial REVERTE3

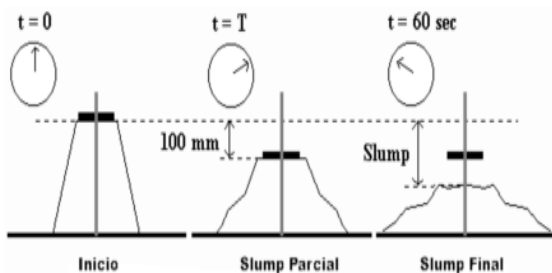
golpes de modo que la varilla-pisón penetre la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa se deberá mantener permanentemente un exceso de hormigón sobre el borde superior del molde.<sup>5</sup>

4. Se enrasa la superficie de la capa superior y se limpia el hormigón derramado en la zona adyacente al molde.

5. Inmediatamente después de terminado el llenado, enrase y limpieza, se carga el molde con las manos, sujetándolo por las asas y dejando las pisaderas libres y se levanta en dirección vertical sin perturbar el hormigón en un tiempo de 5 a 12 segundos.



Foto # 44: G. Flores



Fuente: Concretos Celulares (5)

**Nota:** Si el hormigón moldeado se inclina decididamente hacia un lado o sufre disgregaciones o corte se repetirá el ensayo. Si por segunda vez se presenta este fenómeno se considerara que el hormigón ensayado no es apto para efectuar el ensayo de asentamiento del cono de Abrams por carecer de plasticidad y cohesión necesarias.<sup>5</sup>

6. Toda la operación de llenado y levantamiento del molde no debe demorar más de 3 minutos<sup>5</sup>.

## 20. Niveles en la Cimentación

**19.2 Medición del asentamiento:** Una vez levantado el molde se mide inmediatamente la disminución de altura del hormigón moldeado respecto al molde, aproximando a 0,5 cm. La medición se hace en el eje central del molde en su posición original.

El chequeo de niveles es muy importante porque de esta actividad depende que la formaleta e incluso muchas instalaciones queden ubicadas según lo especifican los planos constructivos<sup>17</sup>.



Foto # 45: G. Flores

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos Reservados 2002. Editorial REVERTE3



El problema de esta actividad consiste en que muchas veces no se chequean los niveles es decir que no se verifica que la losa de cimentación quede homogénea en su espesor.



Foto # 46: G. Flores

Los contratistas muchas veces utilizan formaletas de madera o metal para realizar las fundiciones de las losas de cimentación específicamente en los desniveles entre casa y casa para la fundición de las plataformas.

de carga de la estructura. Posteriormente se coloca todo el acero de refuerzo, tanto en las vigas como en losa de cimentación.



Foto # 47: G. Flores

Como se muestra en la figura uno de los problemas es la falta de la nivelación de la losa de cimentación, porque en este caso no se pasaron niveles y entonces se incurrió en picar la losa para fundirla de nuevo.<sup>24</sup>



Foto # 48: G. Flores

El proceso de cimentación se realiza de manera similar a cualquier otro sistema constructivo, partiendo de la preparación del terreno, continuando con la excavación de la viga corrida que es el soporte de todos los muros portantes

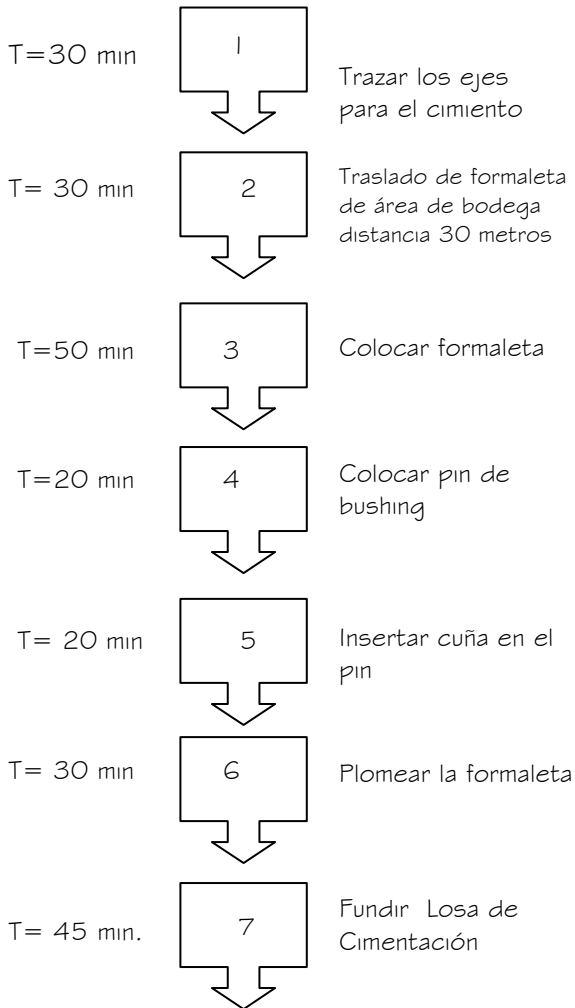


Foto # 49: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

### DIAGRAMA DE OPERACIONES # 3

Actividad: colocación de formaleta de cimentación



Proceso	Numero	Tiempo
Operaciones	5	195 min.
Traslados	1	30 min.

Muestra: G. Flores

## 21. Limpieza de molde de cimientos

Mantener los moldes, paneles o formaletas ligeras y libres de la acumulación de concreto debe ser tan fácil como seguir técnicas apropiadas de Aplicación de desmoldante.

Un buen agente desmoldante reducirá la Probabilidad de que el concreto se pegue y hará que el concreto acumulado sea más fácil de remover con una espátula, un problema común en todos los proyectos es cuando los operarios no tienen un procedimiento para la aplicación de este desmoldante reincidiendo en el error de aplicar una cantidad mayor a la necesaria, no aplicarla con los accesorios correctos (esponja).

Cuando no se realiza una limpieza correcta de los moldes de los cimientos se tiene excesiva acumulación de concreto, pero este no es el único problema.

El concreto que se acumula en la cara frontal del panel se verá reflejado en la calidad de un muro. Cualquier área donde el concreto existe como una "protuberancia", se mostrará como una abolladura o hueco en el muro, arruinando la superficie plana que un cliente espera. Incluso un acumulamiento más uniforme puede afectar el muro, cambiando el grosor del muro tanto como 1/8" (0.3175 cm.)<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

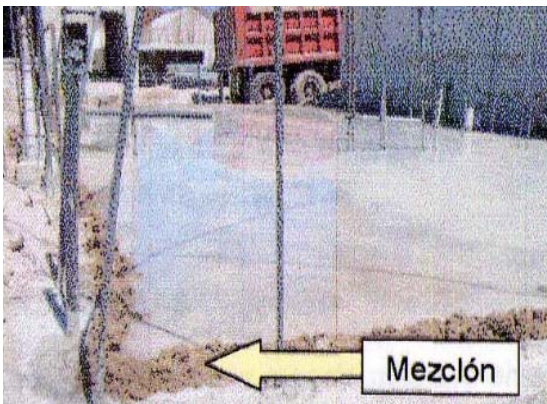


Fuente: Forsa

## 22. Limpieza de losa de cimentación

Este procedimiento consiste en retirar quitar el mezlón de orilla que está hecho a base de cemento, cal y arena.

El mezlón se aplica en la orilla de toda la losa teniendo la función de un bordillo para evitar que el agua salga de la losa, este mezlón se utiliza durante el fraguado de la losa<sup>17</sup>.



Fuente: Manual Grupo Macro

## 23. Curado de Losa de Cimentación

Si el concreto se cura bien su resistencia y otras cualidades aumentan con la edad, pero depende de dos condiciones:

- a) que tenga la humedad adecuada
- b) que la temperatura sea favorable (10°-25°)

El curado es la acción de resguardar el agua del concreto, para que ésta no se pierda con la evaporación que genera el calor de la reacción química, para esto se mojan las superficies del concreto, después que esto ha sido colocado, y se mantiene la humedad del concreto, por un periodo determinado.

Uno de los métodos más utilizados, en las losas planas es construir un bordillo con mezlón de cemento, cal y arena con una proporción 1:2:6, o tomar tierra del mismo terreno, humedecerla y aplicarla en toda la orilla, de la losa e inundar con agua toda la superficie, formando una capa de 2 o 3 cm. De profundidad, los tiempos mínimos para el curado:

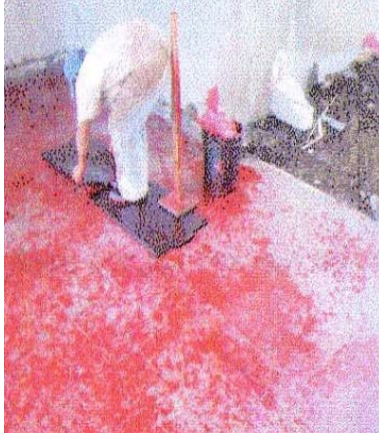
- 7 días – cimientos y losas finales
- 4 días – losas de entepiso

Un método moderno de curado consiste en la aplicación de membranas que pueden ser a base de parafinas o base de aceites mezclados con agua como el antisol, que retarda la evaporación del agua, por lo general es blanco o coloreado para controlar su aplicación.<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



El efecto sellador y el color desaparecen en unos días, se debe quitar el mezclon de orilla después del curado<sup>17</sup>.



Fuente: Manual Grupo Macro

## 24. TRAZO DE MUROS O AMBIENTES

El trazo de ambientes se realiza sobre la losa de cimentaron y debe estar conforme al plano de cotas y se tomarán como referencia los ejes marcados en el corral de trazo. Se usará marcador de cinta con pintura roja, haciendo una doble marca para tener referencia interior y exterior del muro. Se tendrá que chequear las escuadras al momento del trazo.

También se debe realizar doble marca con una distancia entre líneas igual al grosor de la formaleta que generalmente es 5 a 6cm<sup>24</sup>.

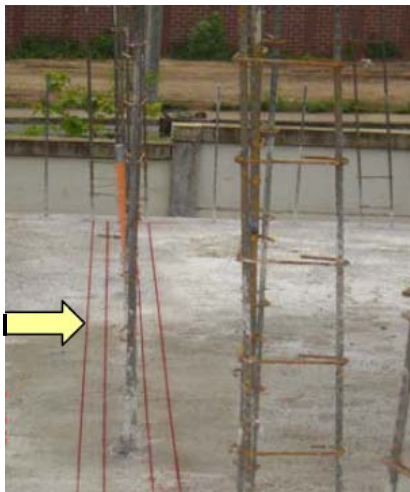


Foto # 51: G. Flores

Medir y marcar la posición del hilo sobre la losa, luego dos personas lo toman por los extremos y lo tensan. Por último una persona debe jalar el hilo hacia arriba y soltarlo, el impacto del hilo sobre la losa dejará la marca correspondiente.



Foto # 50: G. Flores

El trazo de ambientes es la primera operación en el encofrado de muro y la gran dificultad es que en todos los proyectos se trazan dos líneas que se utilizan como referencia para colocar la formaleta y estas líneas son internas como se observa en la figura, es decir que cuando se coloca la formaleta, se pierde la referencia y por lo tanto los muros sufren de desplomes que tienen que ser retirados con roto martillos y luego deben resanar el muro.<sup>24</sup>



Foto # 52: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

## 25. COLOCACIÓN DE U TOPE

Las u de tope se utilizan para guardar un espaciamiento entre una formaleta y otra, con el fin de lograr un grosor de muro homogéneo. La u de tope se coloca después del trazo de todos los muros, en la figura se observa dos modelos que se pueden utilizar siendo el más viable por el costo el de plástico.

El largo debería ser igual al grosor del muro y colocadas a un espaciamiento aproximado de 0.50 m, la fijación se hará con dos clavos para concreto utilizando una pistola fulminante.

La mejora de la u de tope consiste en ya no utilizar los dos hierros como distanciadores (situación anterior) sino más bien utilizar una sola pieza que tiene la medida exacta del muro contribuyendo así a dejar un espaciamiento homogéneo entre las formaletas<sup>17</sup>.



Fuente: Forsa

---

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.





COLOCACIÓN DE TUBERÍA EN ELECTROMALLA  
COLOCACIÓN DE ELECTROMALLA  
COLOCACIÓN DE FORMALETA  
FUNDICIÓN DE MUROS



## 26. COLOCACION DE LOS TUBOS DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS, HIDRAULICAS Y ELECTRICAS ENTRE ELECTROMALLA PARA MUROS.

Es muy importante dejar instaladas las tuberías principalmente de los **drenajes y las hidráulicas**, entre la electromalla, es necesario dejar colocados los accesorios para drenajes, agua potable, eléctricas, ductos especiales, pisos, azulejos, puertas y ventanas.

Se debe tener ubicada la conexión municipal para el drenaje a la cual se conectará la tubería.

La red principal de la tubería se debe colocar lo más recto posible para minimizar el uso de codos y con ello las posibles fugas en la red de instalación sanitaria.

Para las Instalaciones de agua potable se le debe realizar pruebas de presión hidrostática a la tubería instalada, para evitar fugas en el sistema por instalación defectuosa. Para tal efecto, se llenarán las tuberías totalmente con agua a una presión de 120 psi. Durante 1 hora, si en ese tiempo la tubería no presenta fugas, el sistema se tomará como bueno.

**26.1 Instalaciones Eléctricas:** todas las instalaciones se harán al terminar de colocar los pines y columnas. Los diámetros de los ductos de electricidad se muestran en la siguiente tabla<sup>17</sup>.

FUNCIÓN	DIAMETRO EN PULG
ACOMETIDAS	1 ¼"
LUZ Y FUERZA	1"
CABLE LUZ Y TELEFONO	¾"
ESTUFA CALENTADOR	½"

En las instalaciones eléctricas se tomara en cuenta el código de colores de los alambres, para las diferentes utilizaciones con el fin de estandarizar todas las conexiones y sea más fácil reconocer para un eléctrico la funcionalidad de cada alambre, para ello se propone:

Tabla # 3: Por G. Flores

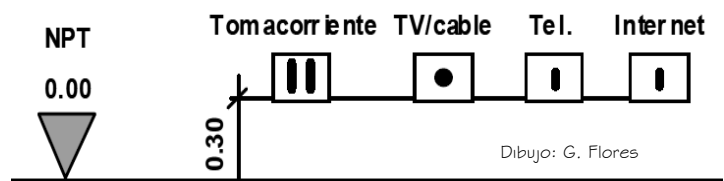
COLOR ALAMBRE	FUNCIÓN
ROJO	POSITIVO
NEGRO	NEGATIVO
AMARILLO	PUNTE O RETORNO
BLANCO	NEUTRAL
VERDE	NEUTRAL / THREE WAY

Estos colores son establecidos por la gerencia de producción y tienen referencia en el código de colores que utilizan en el INTECAP.

Se recomienda guiarse por las especificaciones del plano, pero se hace la recomendación de no utilizar cable calibre menor al número 12, para circuitos de luz y fuerza que no consuman más de 20 amperios.

De 30 amperios en adelante usar calibre numero 10, todos los retornos son calibre 14<sup>24</sup>.

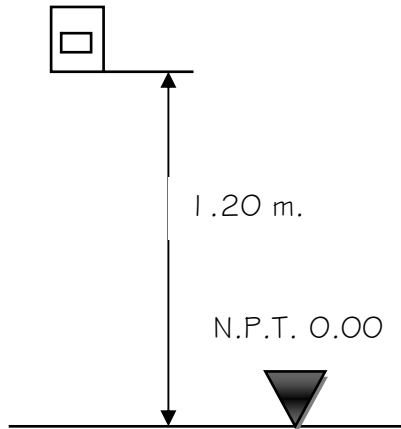
**26.2 Instalaciones Especiales:** para cable de televisión, Internet, teléfono, los ductos para el cableado se utilizará tuboducto y la toma o caja de conexión se dejará a una altura especificada en planos, si no se recomienda una altura se propone una altura de 0.30 cm.



Es de suma importancia tomar en cuenta las alturas de las tomas de las instalaciones especiales.

Si no se contara con estos datos especificados en planos, se pueden seguir estas referencias para instalaciones en ambientes específicos<sup>24</sup>.

### 26.3 Para ambientes en general:



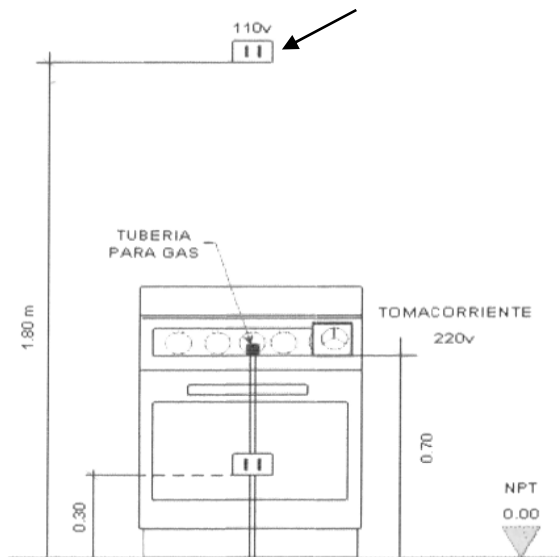
Dibujo: G. Flores

Importante: la caja de los interruptores se coloca horizontal y la de interruptores vertical.

### 26.4 Para ambientes de Cocina:

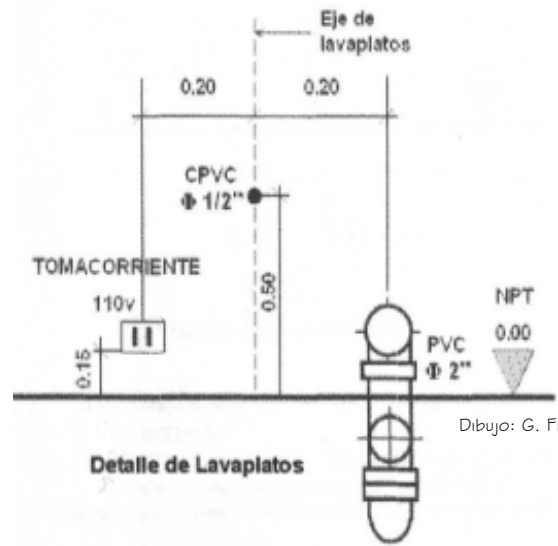
Se deben verificar especialmente las escuadras y plomos de las paredes para que no existan problemas al instalar, los gabinetes de cocina, para toma en gabinete se toma la altura 1.15m<sup>24</sup>.

Tomacorriente para Extractor

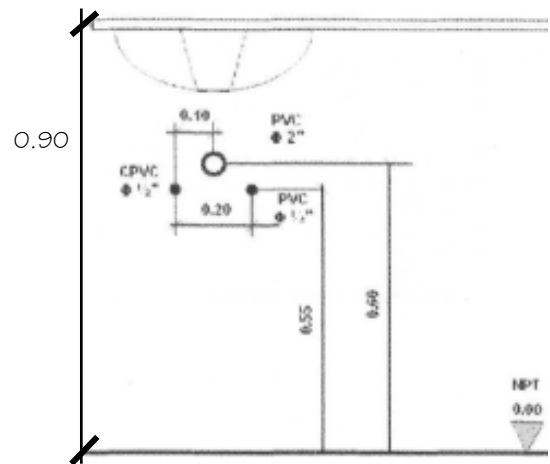


Detalle para Instalación de Estufa Dibujo: G. Flores

### Detalle para Lavadora

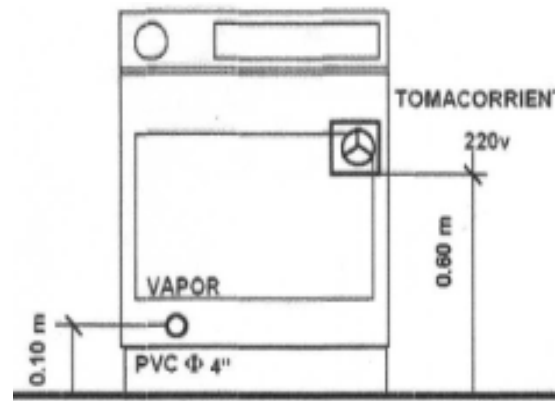


Dibujo: G. Flores



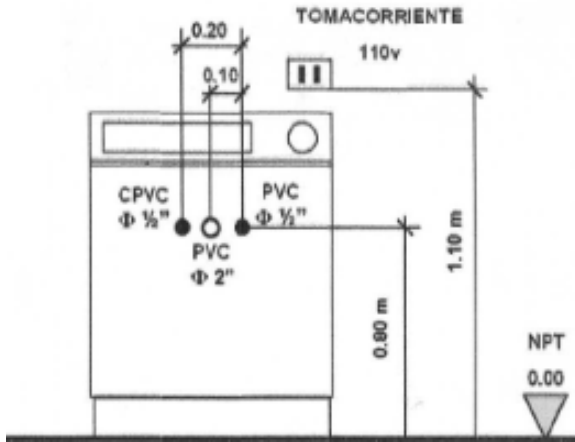
### 26.5 Para ambientes de lavandería:

Dibujo: G. Flores



Detalle para Secadora Dibujo: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

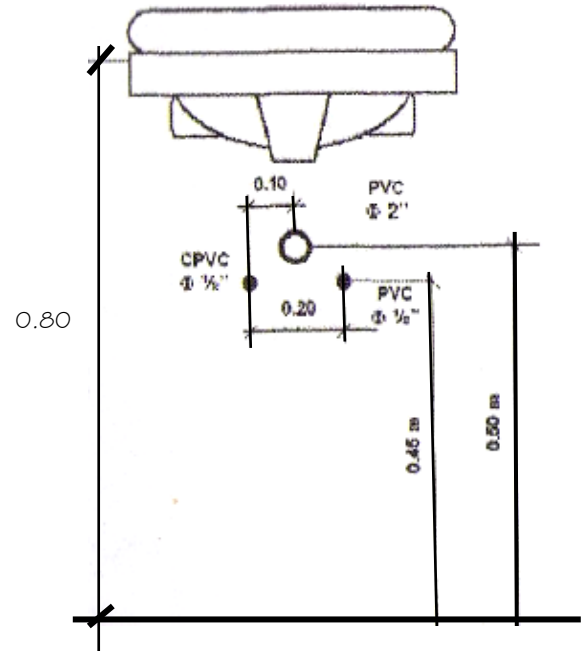


Detalle de Lavadora

Dibujo: G. Flores

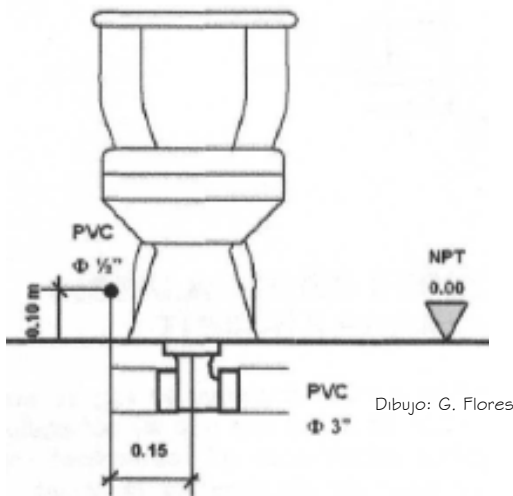
### 26.6 Para ambientes de Servicio Sanitario:

Se recomienda verificar los tipos de inodoro que instalaran para dejar la separación adecuada con la pared, esta distancia oscila entre 25 a 35 cm<sup>24</sup>.



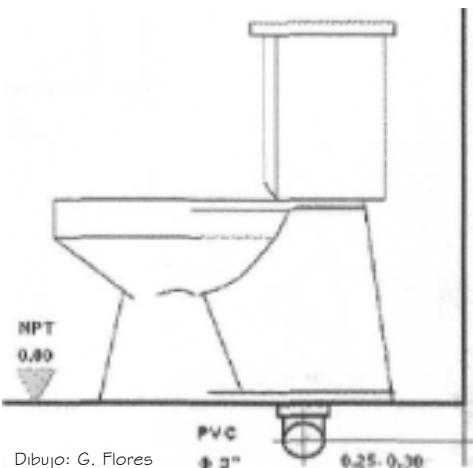
Detalle de Lavamanos

Dibujo: G. Flores

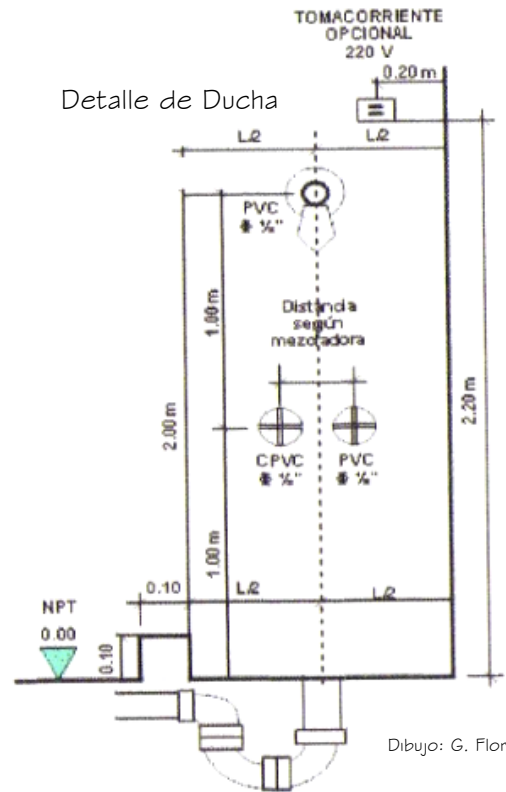


Dibujo: G. Flores

Detalle Lateral de Inodoro



Dibujo: G. Flores



Detalle de Ducha

Dibujo: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

## 27. COLOCACION DE ELECTROMALLA EN MUROS:

La electromalla en los muros se coloca como se observa en la figura sujetándola a las esperas (Varillas de refuerzo en muros) que quedaron fundidas en la losa de cimentación y asegurándolas con alambre de amarre.



Fuente: Forsa

Al colocar la malla tenga cuidado con las esquinas para que quede instalada en ángulo recto y no se genere una curva.

También se debe verificar que en las esquinas existan refuerzos de acero como escuadras o pines, al igual que los en muros largos, pines o mochetas (costillas) a los cuales se amarra la electromalla.

También se propone revisar que la electromalla esté a plomo una vez instalada en el lugar correspondiente, para evitar que quede expuesta en la obra gris y pierda su función de refuerzo estructural a la vivienda.

Se colocara un rigidizante (tubo de hierro, varilla de acero o regla de madera) para que todas las armaduras de muros queden sujetas y verticales y que no se muevan a la hora de fundición<sup>17</sup>.

En vanos de ventanas y puertas, también se deben colocar refuerzos para evitar fisuras de corte, los cuales deben medir entre 0.40 y 0.60 m. de largo, estar a 45° y colocar uno adentro y otro afuera.



Foto # 53: G. Flores

### 27.1 Colocaciones en obra gris

En este inciso se describen las actividades actuales de instalaciones de electromalla, distanciadores de muro y tuberías. Es muy problemático el caso cuando las instalaciones de la malla quedan sin esperas donde puedan sujetarse, haciendo que la malla quede no centrada dentro del muro, por eso es muy importante describir una forma estándar de colocar los distanciadores que tienen como función principal centrar la malla dentro del muro.<sup>17</sup>

### 27.2 Colocación tope para formaleta

Esta actividad es conocida en el campo como pineado, Sobre las dos líneas interiores marcadas, perforar con un taladro cada 60 cm. un agujero en donde se introducen pines e introducir un pasador sobrante de malla.<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

La función del Pasador es servir de tope a la formaleta, para mantener el ancho del muro y servir de guía para que la formaleta quede bien alineada.



Foto # 54: G. Flores

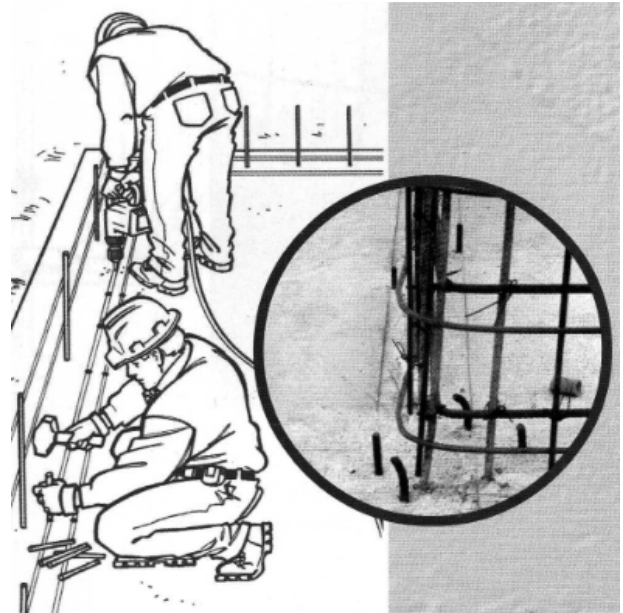
El hierro de diámetro  $\frac{1}{2}$ " x 4" ó de  $\frac{3}{8}$ " x 4", la profundidad a la que se deben colocar los pines es de  $\frac{1}{3}$  del espesor de la losa de cimentación con las varillas de hierro se tiene la dificultad de estar calculando la posición de las varillas conforme al espesor (ancho) de muro que puede ser de 8, 10, 12 y 15 cm<sup>17</sup>.



Foto # 55: G. Flores

El traslape que se utiliza es de 1 cuadro de la electromalla, lo que no es recomendable porque algunas veces se sueltan los traslapes y en lugar de tener una sola electromalla en el muro se tienen dos o más mallas. Lo mejor para realizar traslapes es utilizar 2 cuadros de la electromalla.

La electromalla dentro del muro se debe colocar calculando que las varillas transversales no obstruyan el paso de las corbatas de la formaleta. La dimensión del cuadro de la electromalla generalmente es de  $d=6$ " (15.24 cm.) la distancia entre agujeros de la formaleta varía de acuerdo al fabricante (Forsa=30cm.)<sup>17</sup> (Western Forms=20cm.)<sup>18</sup>



Fuente: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 18. Western Forms, Product Catalog 2003, KANSAS, EE.UU.



### 27.3 Colocación de distanciadores en muros

Cuando se inicio el uso de formaletas para la construcción de viviendas en serie se utilizaban distanciadores de cemento los cuales son elaborados de concreto teniendo el inconveniente de tiempo debido a que los tienen que sujetar a la electromalla con alambre de amarre, a esto se le agrega el hecho de contratar a un albañil que los elabore incurriendo en gastos de mano de obra y materiales.

Actualmente se consideran los distanciadores plásticos los cuales tienen la ventaja de obtener la posición exacta de la electromalla y colocan los recubrimientos de concreto proyectadas en las estructuras de concreto armado, el costo de cada distanciador es aproximadamente de Q.1.00 versus Q.2.00 de la fabricación de distanciadores de cemento<sup>17</sup>.



Foto # 57: G. Flores

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

Con todo esto los distanciadores de plástico contribuyen con ahorros directos en tiempo y economía.



Foto # 56: G. Flores

Otra ventaja de los distanciadores plásticos es la estandarización en su tamaño, forma y facilidad de instalación para el operario, en la figura se observa la forma correcta de colocar un distanciador plástico de muro.<sup>17</sup>



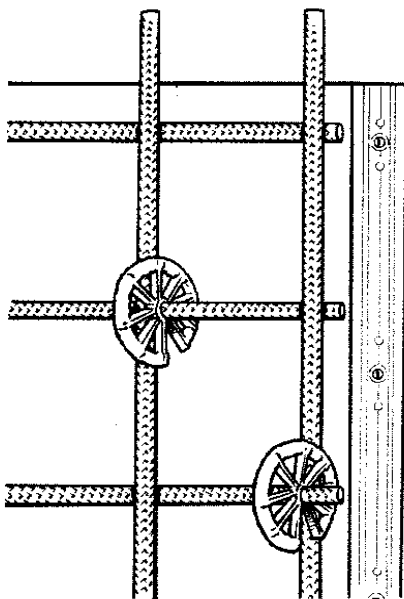
Foto # 58: G. Flores

CIERRE DEL DISTANCIADOR<sup>17</sup>



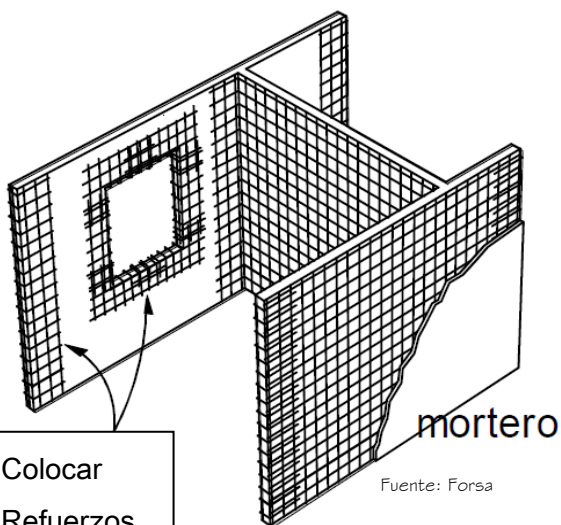
Como se observa en la figura se debe verificar que el cierre del distanciador quede siempre apuntando hacia abajo, debido a que se mantiene más firme durante la descarga del concreto a los muros, además se debe colocar en uno de los extremos horizontales del cuadro de la electromalla.

Importante: Los distanciadores (separadores) se colocaran a cada 4 cuadros de la electromalla esto representa 0.60 m. aproximadamente tanto vertical como horizontalmente<sup>17</sup>



Fuente: Forsa

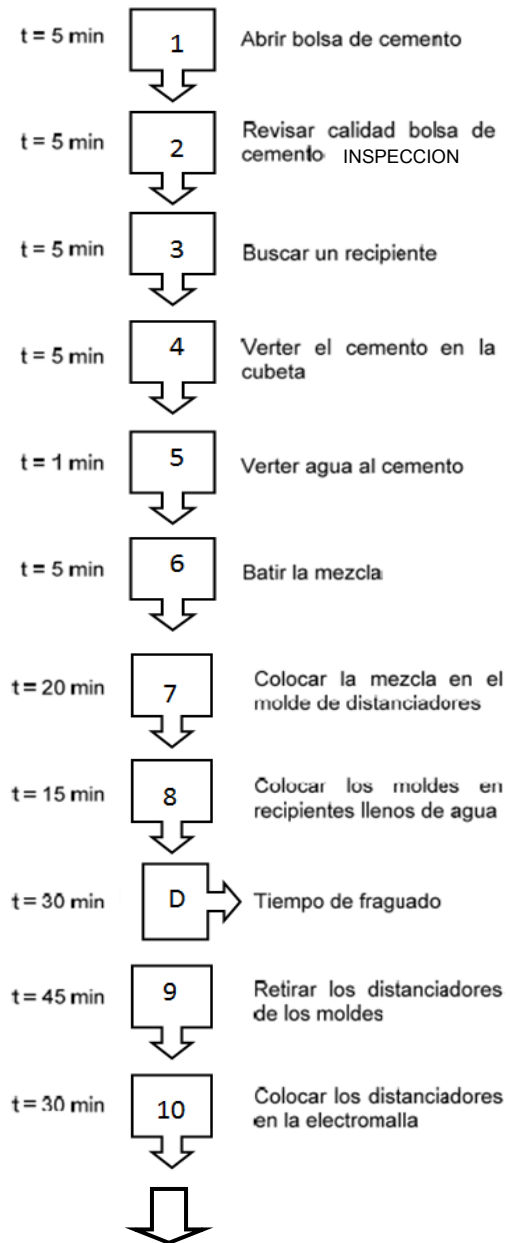
Se deben instalar los separadores para evitar que la malla se pegue al molde.



Fuente: Forsa

#### DIAGRAMA DE OPERACIONES # 4

Actividad: fundición de distanciadores



Muestra: G. Flores

RESUMEN		
EVENTO	NUMERO	TIEMPO (min)
Operaciones	9	131
Inspecciones	1	5
Demora	1	30

<sup>17</sup> Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

## 28. MANEJO CORRECTO DE LA FORMAleta:

Es importante tomar en cuenta que para mantener el juego de formaletas en buenas condiciones y obtener los mejores resultados en las superficies del concreto y evitar reposición del equipo, tenga siempre presente estas recomendaciones cuando se dé el montaje de la formaleta y después del Desformaletado<sup>17</sup>:



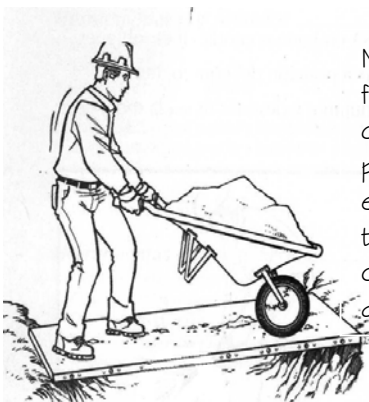
- Las formaletas se deben de cargar en hombros cuando se trasladan para colocarlas en su nuevo sitio.

Fuente: Forsa



-No las deslice contra el concreto, ni con el suelo del terreno.

Fuente: Forsa



No utilice la formaleta, como puentes, escaleras, tarimas u otros oficios diferentes.

Fuente: Forsa



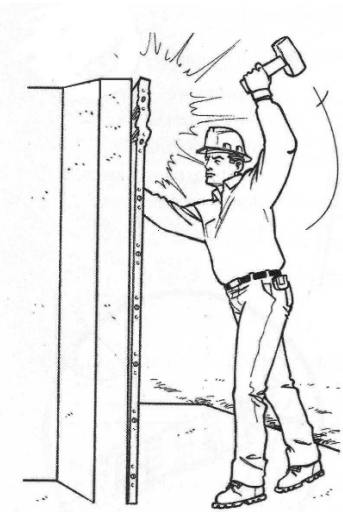
-No se pare ni camine sobre las formaletas

Fuente: Forsa



-No utilizar las formaletas como escalera, ya que se arruina prematuramente el pasador flecha.

Fuente: Forsa



-No golpee con violencia, ni martillo de acero o barras, ninguna de las partes de la formaleta, si no es fácil removerla, busque cuál es el impedimento que la está reteniendo.

Fuente: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORZA), Colombia 2003

## 29. Aplicación del Desmoldante:

Siempre antes de cualquier fundición se debe aplicar desmoldante a la formaleta, debe usarse el desmoldante adecuado, según las especificaciones del fabricante:

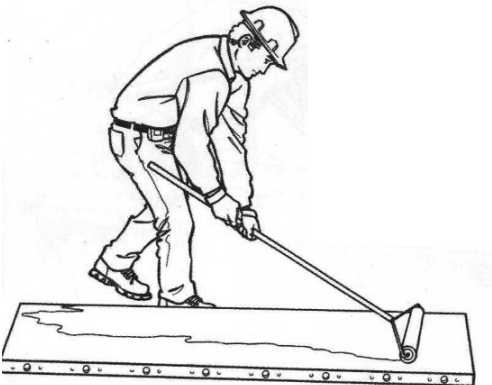
-Los que son a base de agua se pueden usar en el verano.

-Los que son a base de aceites minerales se deben usar en el invierno.

- tratar de no usar desmoldeantes que tengan un alto contenido de grasas a base de petróleo porque son muy difíciles de remover para los trabajos posteriores (acabados)

- Casi siempre las grasas minerales, vienen a base de aceites vegetales o grasas minerales.

-Aplique con un rodillo o con un waibe el aceite desmoldante a la cara de contacto de las formaletas formando una película pareja y compacta.



Fuente: Forsa

También es necesario aplicar desmoldante en la cara exterior de la formaleta, ya sea con waibe, rodillo o bien con bomba para fumigar para evitar que el concreto se pegue a la formaleta<sup>17</sup>.



Foto # 59: G. Flores

Cuando el desmoldante fue bien aplicado y aun así se pegara el concreto en la mayoría de formaletas se deben tomar las siguientes indicaciones:

1. Parar las fundiciones
2. Avisar al proveedor que el batch o lote tiene problemas
3. Limpiar la formaleta (garantía del proveedor)
4. Cambiar de producto desmoldante

El desmoldante se aplicará hasta que la formaleta esté completamente limpia en la cara de contacto y en los laterales.

No se debe colocar las formaletas con desmoldante directamente en el suelo, sino usar bancos de trabajo, botes plásticos o polines de madera, de lo contrario atrapa partículas de polvo, disminuyendo el rendimiento del producto.

Nunca debe aplicarse desmoldante a la armadura, puesto impedirá la adherencia entre el hierro y el concreto.<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

### 30. Curado de la Formaleta para muros:

Se recomienda curar la formaleta cuando esta sea nueva, o cuando se deje utilizar por un largo período de tiempo, este curado se realizara con un curador del fabricante o una mezcla de aceite 20W50, con diesel en proporción 1:1/4, que se aplica con rodillo para lograr una película uniforme, luego se esperan unos 5 minutos y 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 hidratación no quemara la cara de contacto.

La única compañía que ofrece curar la formaleta en el momento de la compra es Western Forms<sup>17</sup>.



Foto # 60: G. Flores

### 31. COLOCACION DE FORMALETAS PARA MUROS

Para el montaje de muros es necesario dos personas por ambiente, un ayudante y un formaletero experimentado, el montaje se puede realizar de dos maneras, pero la más recomendable es la segunda.

1. Montar las formaletas interiores de muro y luego montar las formaletas exteriores de muro.
2. Montar simultáneamente las formaletas del muro interior y las formaletas del muro exterior. Esta secuencia de montaje es la recomendada por ser más ágil, rápida y segura.

Los contratistas encargados del armado tienen diferentes etapas para armar, de las cuales se presentan en un orden secuencial en esta sección.

Es muy importante que los contratistas tengan un plano de modulación para la casa, este plano consiste en una guía para armar ambiente por ambiente de lo contrario se tendrá una gran confusión al no saber donde se tiene que colocar cada formaleta.

#### 31.1 Secuencia de instalación de muros

Antes de iniciar una secuencia de instalación se debe verificar que las formaletas tengan bien aplicado el desmoldante (utilizado para desencofrar fácilmente las formaletas) y las corbatas estén debidamente forradas, esto contribuirá a mejorar el acabado de la obra gris y el tiempo de desencofre de las formaletas.<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



Los dos primeros pasos de instalación se logran, observar en la figura, acá se está colocando un esquinero de muro y luego una formaleta de muro.

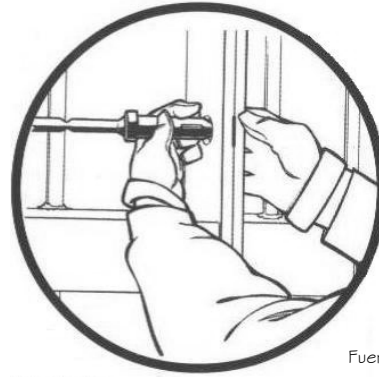


Fuente: Forsa

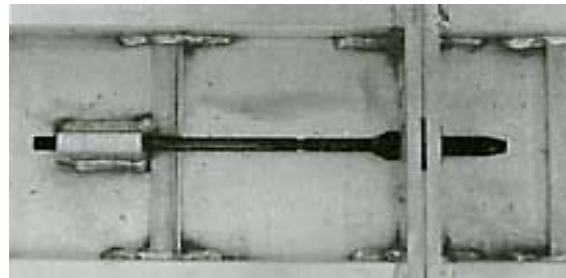
En esta figura se observa la utilidad del doble trazo para la instalación de las formaletas, ayudando al formaletero a mantener la verticalidad y la correcta alineación de las mismas en todos los ambientes.

1. Comenzar la instalación en las esquinas de la edificación ubicándolas sobre los trazos de ambiente.
2. Fijar al esquinero de muro una formaleta a cada lado formando una escuadra, para dar estabilidad
3. Luego se deben insertar los pasadores flecha ver figura, a través de las perforaciones de las formaletas.

Se propone lubricar el pasador flecha que se facilite su función de entrar y salir de los agujeros de las formaletas (bushing).

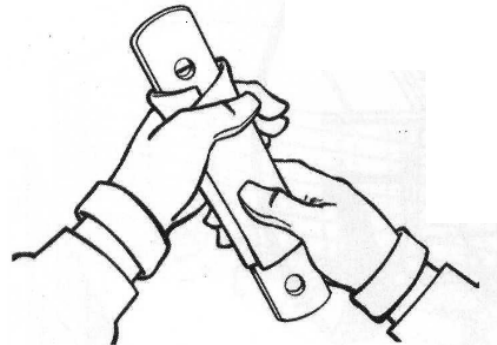


Fuente: Forsa



Fuente: Forsa

Después se colocan las corbatas, en la figura se observa el forro de las corbatas que consiste en darle dos vueltas y media con yambolón aseguradas con masking tape.



Fuente: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

4. La mejora en el forrado de corbatas consiste en la estandarización de número de vueltas con yambolón ya anteriormente se daban de 4 a 7 vueltas, logrando así un ahorro económico en este material.

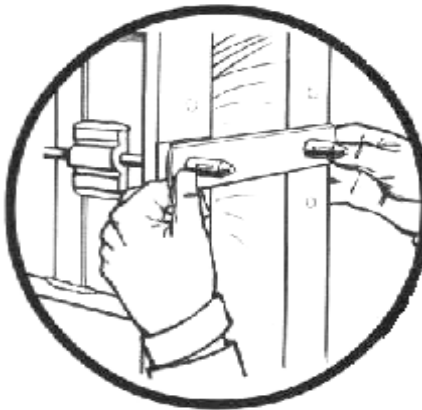


Fuente: Forsa



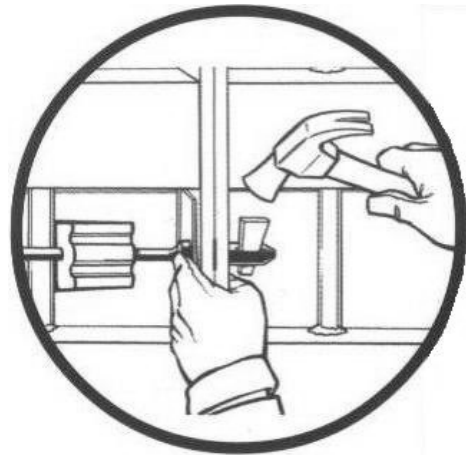
Forrado de la corbata

5. La corbata se debe insertar en el extremo de los pasadores, amarrando así la formaleta interior con la formaleta exterior tal como se observa en la figura<sup>17</sup>.



Fuente: Forsa

Finalmente, se fijan las formaletas insertando la cuña como se observa en la figura, a través de la ranura del pasador.



Fuente: Forsa

6. Una vez asegurada la esquina, se continúa ensamblando simultáneamente las formaletas exteriores de muro y las del muro interior repitiendo los pasos 3, 4 y 5 hasta completar la vivienda.<sup>17</sup>



Foto # 61 : G. Flores

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

7. A medida que se unen las formaletas entre sí, verificar que estén alineadas en la línea demarcada. Si requiere empujarlas utilice el martillo de goma.
8. Cuando un muro termine con la formaleta, se debe utilizar un tapamuro.

En la figura se muestra como se realiza un cierre de muro que es importantísimo para completar el encofrado de los muros<sup>17</sup>.



Foto # 62: G. Flores



Foto # 63: G. Flores

### 31.2 Armado de marcos de ventanas y puertas

Para garantizar que las puertas y ventanas mantengan la medida requerida, se propone colocar un tensor, evitando que durante la fundición o descarga de concreto en los muros no pierdan las medidas debido a la presión del concreto.

Con el sistema de formaletas se debe colocar un tapamuro que se une a la formaleta con pasadores (pin grapa), tal como se observa en la figura.



Fuente: Forsa

COLOCACION DE PIN GRAPA EN VENTANA

En las ventanas se debe colocar a 1/3 en la parte superior del vano y en las puertas se propone colocar el tensor en la parte inferior del vano como se observa en la figura, debido a que en la parte inferior es donde el concreto ejerce mayor presión.<sup>17</sup>



Foto # 64: G. Flores



### 31.3 Alineación horizontal

Para mejorar el alineamiento de los muros se propone colocar alineadores en la parte externa e interna de la formaleta, se recomienda no utilizar los alineadores como atranque, ya que su función es ayudar al alineamiento de los muros.

1. Insertar los porta-alineadores ver figura 65 en los orificios de la formaleta. Tanto en el extremo inferior (primer orificio de la formaleta) y extremo superior (último orificio).



Fuente: Forsa

2. Otra mejora a implementar es agregar otro alineador a la mitad de la formaleta cuando está no se encuentre óptimo estado.
3. Se debe asegurar la perfecta instalación de los alineadores, asentando los dos bordes del alineador al porta-alineador<sup>17</sup>.



Foto # 65: G. Flores

### 32. FUNDICION DE MUROS

El concreto para muros, debe ser de una resistencia de 3,000 PSI (210 Kg./cm<sup>2</sup>) y se debe pedir con un desplazamiento de 24" (60 cm.) con un agregado de 3/8", a menos de que las especificaciones indiquen otra cosa.

Lleva como aditivos: un reductor de agua y fluidificante. El supervisor revisará estos requisitos en la boleta del proveedor del concreto y si no los cumple, no debe permitir la descarga. También revisará la hora de salida del camión mezclador, si pasa de más de dos horas tampoco debe permitir la descarga.

El sistema para colocación de concreto en muros puede ser por bomba o pluma (si lo permite el presupuesto de preferencia debería usarse bomba en el primer nivel y pluma en los siguientes niveles).

Una mejora propuesta durante la fundición consiste en iniciar la descarga de concreto por el centro de la casa y se debe dejar que corra el concreto hacia los muros de los extremos, debido a que el centro de masa de la casa está próximo al centro geométrico y recordemos que la inercia del concreto fluidificado está golpeando contra una formaleta liviana.<sup>17</sup>

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



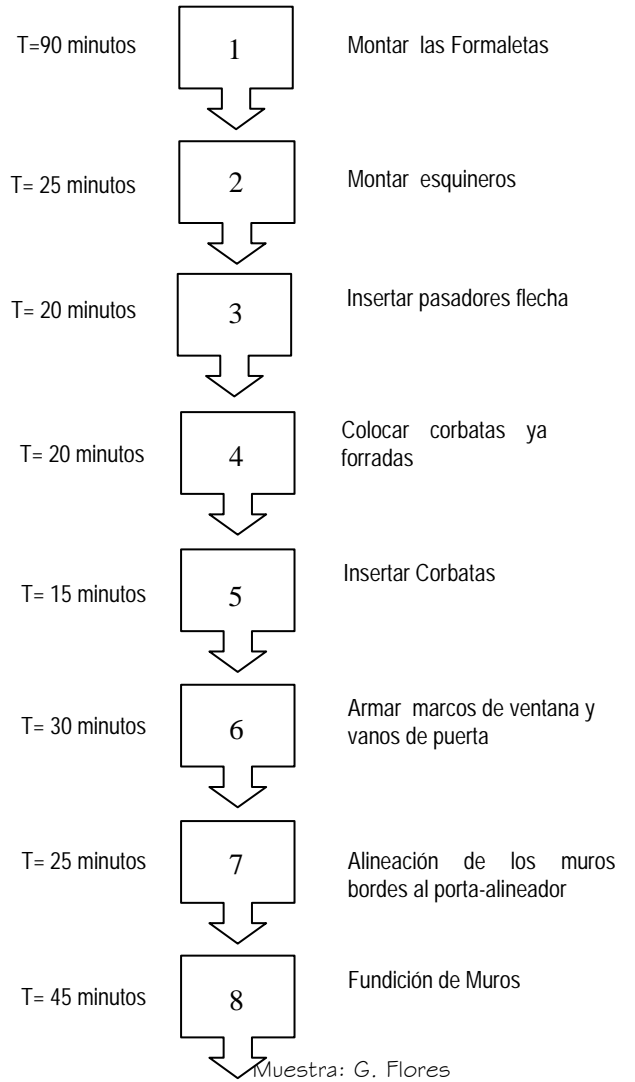
No olvide vibrar el concreto en los muros. También se recomienda utilizar una varilla apisonadora en lugar de vibrador en los muros que tengan insertadas planchas de duroport que se utilizan para las juntas entre las casas.<sup>17</sup>



Foto # 66: G. Flores

### DIAGRAMA DE OPERACIONES # 5

Actividad: Colocación y Fundición de Muros



Evento	Número	Tiempo
operaciones	8	270
Inspecciones	1	25

<sup>17</sup> Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



COLOCACIÓN DE FORMALETA DE LOSA  
FUNDICIÓN DE LOSA  
DESARMADO DE LOSA

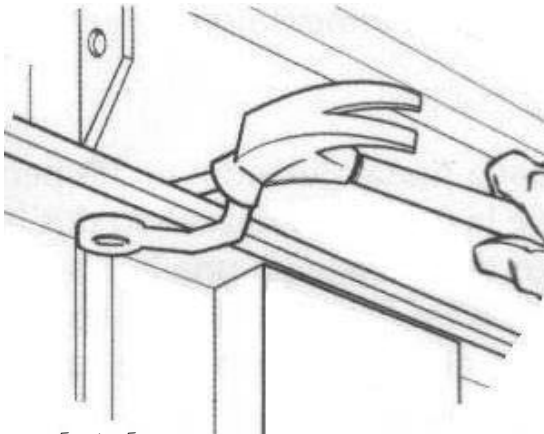


### 33. COLOCACIÓN DE FORMALETA DE ENTREPISO

Una vez terminado el ensamble de los paneles de los muros, se colocan las losas que se utilizarán para formar la base del entrepiso, para ello existe el esquinero de losa, que consiste en un perfil conector con dos formas: Ángulo recto o perfil con cornisa.

#### 33.1 Secuencia de instalación de losa

1. Colocar el esquinero de losa y asegúrelo a la formaleta de muro por medio del pin – grapa ver figura.



Fuente: Forsa

Es muy importante que el residente, maestro de obra y jefe de formaleteros tengan especial cuidado con la verificación del buen estado de los pin grapa que son muy delicados y costosos, sino el pin grapa no sujetara correctamente las formaletas muro-losa, creando malos acabados en la obra gris<sup>17</sup>.

2. De acuerdo a la modulación del plano ambientes de la vivienda, se colocan las formaletas de losa y asegúrelas al esquinero de losa con el pin –grapa, los tipos de pin – grapa se observan en la figura.



Fuente: Forsa

Estos son los diferentes tipos de pin grapa que existen según el tipo de formaleta, los pines grapa pertenecen a la marca Forsa.

Existen otros tipos de pines grapas de otras marcas de formaleta como lo muestra la figura.



Fuente: Forsa

Estos pines grapas pertenecen a las marcas Western Forms y Wallties respectivamente.

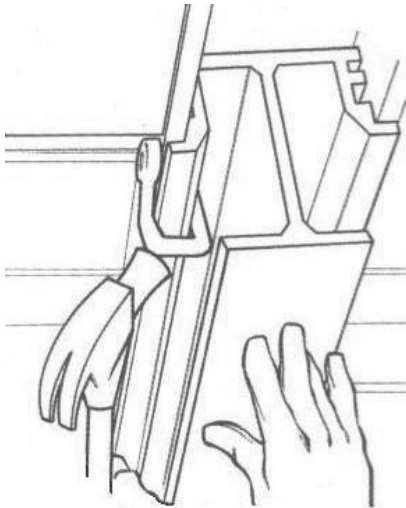
3. Se debe continuar uniendo las formaletas de losa entre sí como se observa en la figura, utilizando el pasador corto y asegurándolas con la cuña.<sup>17</sup>

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



Fuente: Forsa

- Colocar las vigas en I como se observa en la figura, donde la modulación del plano lo indique y asegúrelas a la formaleta de losa con el pin – grapa<sup>17</sup>.



Fuente: Forsa

Colocación de Viga en I



Viga en I

Fuente: Forsa

- Ubicar el puntal nivelador como se observa en la figura donde las modulaciones del plano lo indique. Cuando el puntal no de la altura especificada se recomienda colocar madera entre el puntal y la formaleta de losa.



Foto # 66: G. Flores

- Fijar los “caps” o bordes de losa (como se observa en la figura a la formaleta del muro exterior con el pin – grapa; los caps tienen como función garantizar el espesor de la losa.<sup>17</sup>

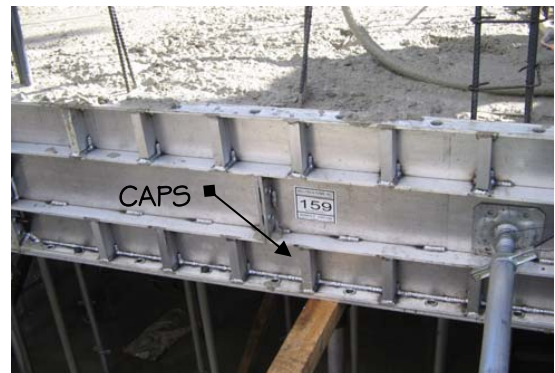


Foto # 67: G. Flores

<sup>17</sup>. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

### 33.2 Puntales Niveladores:

Es importante mencionar que los puntales se ubicaran en las vigas I.



Foto # 68: G. Flores

La función del puntal nivelador es facilitar el desmoldante, garantizar que la losa quede apuntalada en el momento del desmoldante y permitir la reutilización de las formaletas al otro día.

*Son tres días como mínimo para retirar los puntales en su totalidad.*



Foto # 69: G. Flores

Los puntales marcados con color gris son los más utilizados para el armado de losas de viviendas<sup>17</sup>

Puntales Standard					
	Extensión mt.		Carga Utiliz. en Kg.		
	Min.	Máx.	cerrado	abierto	
PS-1U	1.70	2.90	17000	1000	19.80
Ps-2U	1.83	3.35	1700	1000	23.40
Ps-2UA	2.00	3.60	1700	900	24.20
Ps-3U	2.20	4.10	1700	780	27.06
Ps-4u	2.50	4.50	1700	700	28.60
Ps-5u	3.00	5.00	1600	480	31.90

Tabla # 4: por G. Flores

### 34. CONCRETO DE LOSA DE ENTREPISO (Especificaciones)

El concreto para losa del entrepiso, debe ser de una resistencia de 3,000 PSI (210 Kg. /cm<sup>2</sup>) y se debe pedir con un slump de 3" (7.62 cm.) con un agregado de 3/4", a menos de que las especificaciones indiquen otra cosa<sup>17</sup>.

#### 34.1 DISEÑO DE MEZCLA:

(Especificación para vivienda en serie)

Una mezcla típica de concreto fluido de 210 Kg. /cm<sup>2</sup>

Cemento 347 Kg.

Agua 205 Kg.

Agregado grueso 3/8" (9.5 mm) 793 kgs (46%)

Agregado Fino 931 kgs (54%)

Aditivos:

Retardante reductor de agua: 1.5 ml/Kg. de cemento

Fluidificante aplicado en obra: 5ml/Kg. de cemento.<sup>24</sup>

No debe llevar ningún aditivo no especificado, otro aditivo más frecuente en el concreto es el Acelerante de fraguado. Es muy importante que el supervisor revise las especificaciones del concreto en la boleta del proveedor del concreto y si no los cumple, no debe permitir la descarga, también se debe revisar la hora de salida del camión mezclador, si pasa de más de dos horas tampoco debe permitir la descarga.<sup>24</sup>

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.



### 35. FUNDICIÓN DE LOSA DE ENTREPISO

Antes de colocar el concreto en el sitio Formaleteado o armado debe revisarse lo siguiente:

- a) Que las formaletas estén limpias.
- b) Las formaletas deben tener desencofrante para facilitar el desencofrado.
- c) Cuando es un cimiento, debe mojarse la plataforma sobre la que se colocará el concreto con el fin de que no absorba el agua del concreto, se deben evitar charcos de agua.
- d) Verificar posición y dimensiones de moldajes según planos del proyecto.
- e) Verificar cantidad, diámetro, dimensiones de Armaduras.
- f) Verificar instalación de anclajes, ductos.



Fuente: Forsa

### 35.1 Colocación del Colado de concreto

Comprende todas las acciones efectuadas desde la llegada del concreto al punto de recepción hasta el vaciado en el elemento.

El concreto necesita una planificación, previa a su ejecución, la cual debe considerar: etapas de vaciado, acceso a cada elemento, y distribución del concreto.

Habrà que definir las etapas en que se subdividirán las faenas del vaciado. Estas etapas quedarán definidas por algunas de las superficies que limitan la obra por condiciones de su diseño, terreno natural o superficies terminales de la obra, y por juntas de construcción elegidas voluntariamente.

Los equipos previstos para el transporte del concreto deben tener acceso a todas las etapas consideradas para la construcción de la obra.



Foto # 70: G. Flores

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

### 35.2 Selección del Medio de Transporte

El transporte incluye las operaciones necesarias para llevar el concreto desde la descarga en el punto de fabricación hasta la descarga en el punto de colocación.

El medio de transporte seleccionado debe asegurar la calidad del concreto, conservando la uniformidad, trabajabilidad, requeridas para éste.

Para la selección debe considerarse principalmente:

- Protección de las condiciones climáticas
- Distancia al punto de colocación
- Capacidad de entrega
- Accesibilidad al punto de colocación
- Características de mezcla. Trabajabilidad y Tamaño Máximo

#### Tiempo Máximo de Transporte

En obra: ½ hora

Concreto Premezclado: 1 hora

Estos tiempos pueden aumentarse si se usan aditivos, de tal forma que el concreto mantenga la trabajabilidad especificada sin agregar más agua<sup>17</sup>.

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos, Reservados 2002. Editorial REVERTE.

### 35.3 Bombas

Reporta beneficios en términos de rapidez de colocación y avance, menos uso de mano de obra y otros recursos de la faena (grúas y elevadores) y finalmente mejora las características de terminación del concreto.

El concreto Bombeable puede ser diseñado para cumplir distintos tipos de requerimientos: concreto estructural de pavimentos y en general para cualquier aplicación.<sup>5</sup>

#### 35.6 Bomba Estacionaria

El bombeo se realiza mediante bombas impulsoras que a través de tuberías metálicas instaladas previamente por los operadores de la empresa proveedora de concreto premezclado o de la empresa que construye (en el caso de poseer tuberías), transporta el concreto en las cantidades necesarias, en forma precisa y constante hacia el punto deseado.<sup>5</sup>

#### 35.7 Principales usos:

- Edificación en altura.
- Obras que requieran de un rápido avance de la construcción.
- Faenas de gran volumen en hormigonados continuos o masivos.

#### 35.8 Características principales de los equipos estacionarios:

- Volumen: 20 a 80 m<sup>3</sup>/hr
- Distancia máxima vertical de bombeo: 100 m
- Distancia máxima horizontal de bombeo: 400 m
- Tamaño máximo de árido: 40 mm
- Diámetro de tubería: 125 mm<sup>5</sup>





Fuente: Concretos Celulares (5)

### 35.9 Bomba Pluma

Son equipos montados directamente sobre camión, especialmente indicados para obras en que sea necesario desplazarse entre frentes de hormigonados o para salvar distancias o luces en que no sea posible a través de tuberías u otros medios.

#### 35.10 Características principales:

- Volumen: 30 a 60 m<sup>3</sup>/hr
- Alcance brazo: 28 a 36 m
- Tamaño máximo árido: 40 mm
- Diámetro tubería: 125 mm

Por lo general, se requieren 45 minutos para poner en posición la bomba en obra, incluyendo el revestimiento del alma de la manguera con una lechada de cemento, antes de proceder al bombeo del concreto.

La hormigonera posee una capacidad que oscila normalmente entre 3 y 8 m<sup>3</sup>, y dos velocidades: una rápida para el amasado y una más lenta para agitación del concreto<sup>5</sup>.



Fuente: Concretos Celulares (5)

Mediante el giro en reversa de la hormigonera, ésta vacía el concreto contenido en su interior.

Resulta muy útil para obras con volúmenes significativos. A veces se combina con otro medio de transporte debido a la dificultad de vaciado en el punto de colocación.

Rendimiento aproximado: 20 a 25 m<sup>3</sup>/hr  
Asentamiento recomendado: superior a 6 cm. (para facilitar el vaciado).

### 35.11 Vibradores de Molde

Consiste en la aplicación del motor vibratorio sobre el molde, que recibe así directamente la acción vibratoria y la transmite al concreto.<sup>5</sup>



Fuente: Concretos Celulares (5)

Se usan principalmente en elementos prefabricados. La distancia entre los vibradores de molde se debe determinar según su potencia, rigidez del molde y docilidad del concreto de modo de asegurar una vibración óptima de toda el área deseada.

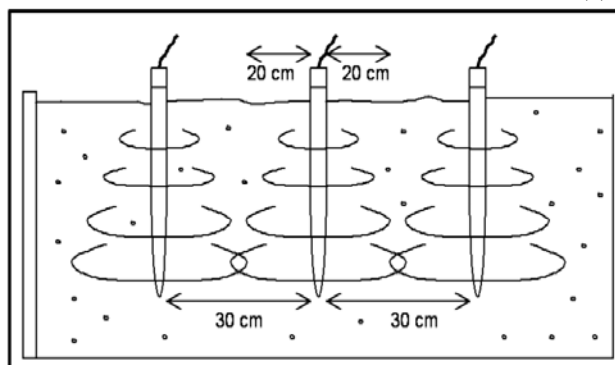
El espesor del elemento a compactar debe ser inferior a 30 cm., y el espesor de cada capa de hormigón, 25 a 40 cm. Los vibradores se montan sobre la estructura del molde o sobre un travesaño para producir un efecto uniforme. No se aplican directamente a los moldes. **Vibradores de Superficie** Compactan y contribuyen a nivelar la superficie.

El mejor método para consolidación o compactación es el que utiliza vibración. El uso adecuado de los vibradores de inmersión hace posible la colocación de mezclas más secas y consistentes, el vibrador debe bajarse verticalmente, levemente inclinado en el concreto dejándolo descender por su propio peso hasta el fondo de la capa, luego debe resumergirse a intervalos tales que permita que los radios de acción del mismo se traslapen.

Usualmente los vibradores se insertan verticalmente o con ligera inclinación (en losas de poco espesor) a separaciones entre 30 y 75 cm. y por periodos de 5 a 15 segundos<sup>5</sup>.

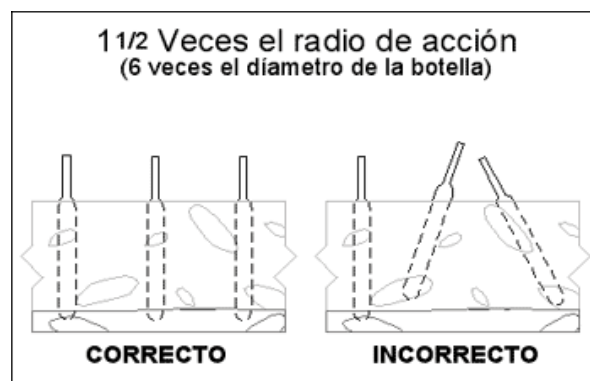
Estas indicaciones sobre la forma correcta de operar el vibrador se observa en la figura.

Fuente: Concretos Celulares (5)



Rango de separaciones entre un vibrador y otro

El vibrador no debe dejarse sumergido en el concreto, pues esto causa segregación ni debe mantenerse mucho tiempo en contacto con la armadura ya que afecta la adherencia hierro concreto y la resistencia del concreto en proceso de fraguado.<sup>5</sup>



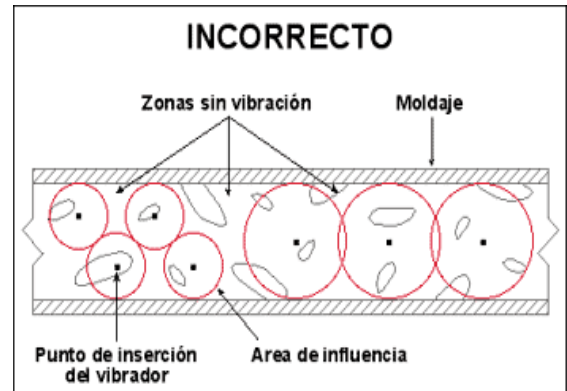
Fuente: Concretos Celulares (5)

5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos, Reservados 2002. Editorial REVÉRTE.

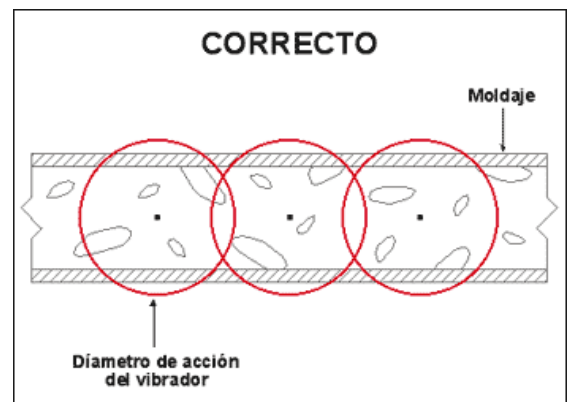
### 35. 1.2 Uso del Vibrador Interno

- El espesor de las capas debe ser de 25 a 40 cm., según el tamaño de la cabeza del vibrador. Éste se sumerge rápidamente en forma vertical a distancias regulares, y penetrando en la capa previa entre 10 y 15 cm.
- Se retira lentamente a medida que se va completando la compactación de cada punto; en general se debe vibrar hasta que aparezca una pequeña capa de lechada en la superficie.
- El vibrador no se debe usar para transportar y distribuir el hormigón, esto causa segregaciones.
- Se debe penetrar el vibrador alrededor del refuerzo, de los elementos embebidos y en las esquinas de moldajes; sin embargo, se debe evitar tocar el moldaje, alejándolo aproximadamente 5 cm. de él<sup>5</sup>.

- Se debe evitar el vibrado de las armaduras intencionalmente.<sup>5</sup>



Fuente: Concretos Celulares (5)



Fuente: Concretos Celulares (5)

5. CONCRETOS CELULARES, Edición Ltda. Derechos, Reservados 2002. Editorial REVERTE.

### 36. Desarmado (Desmoldar)

Algo muy importante durante el desarmado o desencofre es tener un tiempo mínimo entre la fundición y el desencofrado que consiste en 10 horas, también se debe recalcar a los contratistas tener sumo cuidado de no tirar la formaleta del segundo nivel porque se daña prematuramente y su valor es demasiado alto para sustituirlo por uno nuevo.

### 37. Desarmado de muros

Es importante que antes de iniciar el desencofre de los muros se propone verificar que el concreto esté duro y resistente, una propuesta de mejora es iniciar el desencofre de las formaletas de muro en la mitad de una pared interior y en una esquina de los muros exteriores con el fin de facilitar el desencofre de toda la vivienda.

Se debe asegurar que al desencofrar las formaletas se jalen hacia atrás de forma uniforme para garantizar la calidad en el acabado del concreto.

Se recomienda desencofrar las formaletas de una en una en ambos lados del muro, utilizando el sacapaneles como se observa en la figura, esta es una herramienta adecuada para esta actividad.



Fuente: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

Extraer las corbatas utilizando el sacacorbatas ver figura, herramienta especialmente diseñada para esta función y nunca sacar corbatas con la mano para evitar accidentes.



Foto # 71: G. Flores

El sacacorbatas tiene como ventaja sujetar hasta 15 corbatas aproximadamente evitando que queden tiradas en el suelo<sup>17</sup>.

### 38. Desarmado de losas

Se recomienda iniciar el desencofre de las formaletas de losa por un extremo de la vivienda y al retirarlas deben limpiarse y aplicárseles de nuevo el desmoldante, si las formaletas no se van a usar inmediatamente, se deben limpiar y clasificar ordenadamente por medidas. En el sistema de losas se tienen dos elementos que se observan en la figura, que facilitan el proceso de desencofrado de la losa, estos son la viga en I y el puntal nivelador.

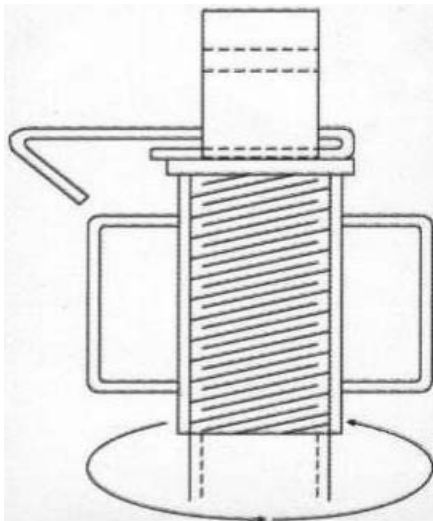
La ventaja de utilizar la viga en I es la reutilización inmediata del 100% de la formaleta de losa, para otras viviendas.<sup>17</sup>

La secuencia para retirar las formaletas de losa inicia retirando las cuñas y los pines-grapa y desencofrar una por una las

formaletas de losa. Luego para desencofrar los perfiles en I, se debe bajar la chapola del puntal nivelador como se observa.



Foto # 72: G. Flores



Fuente: Forsa

La chapola es parte fundamental del puntal nivelador que permite retirar las formaletas de losa.

### 39. Limpieza de formaleta

Durante el proceso de fundición es importante lavar con abundante agua las formaletas con el fin de que el concreto no se adhiera a la formaleta, ya que esto incurre en acabados de mala calidad. A continuación se presentan algunas recomendaciones para mantener limpia las formaletas.

1. Limpiar las formaletas por la cara de contacto y por los laterales (cantos) para evitar la acumulación del concreto y para ello se utiliza la espátula tal como se observa en la figura.<sup>17</sup>



Foto # 73: G. Flores

2. Luego se utiliza una máquina pulidora con disco de cepillo de alambre tamaño 5" como se observa en la figura, con el fin de eliminar los demás residuos de concreto que la espátula no pudo eliminar.



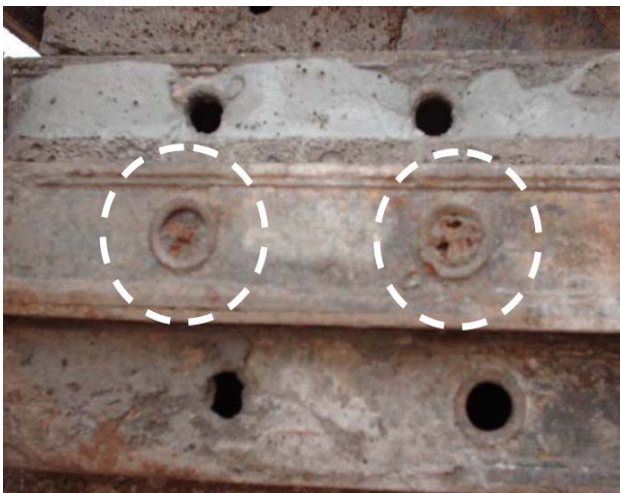
Foto # 74: G. Flores

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



3. La limpieza final se realizará aplicando ácido muriático tipo B rebajado con agua o ácido para aluminio. Después se lava la formaleta con suficiente agua y jabón en polvo para dejar la formaleta completamente limpia.

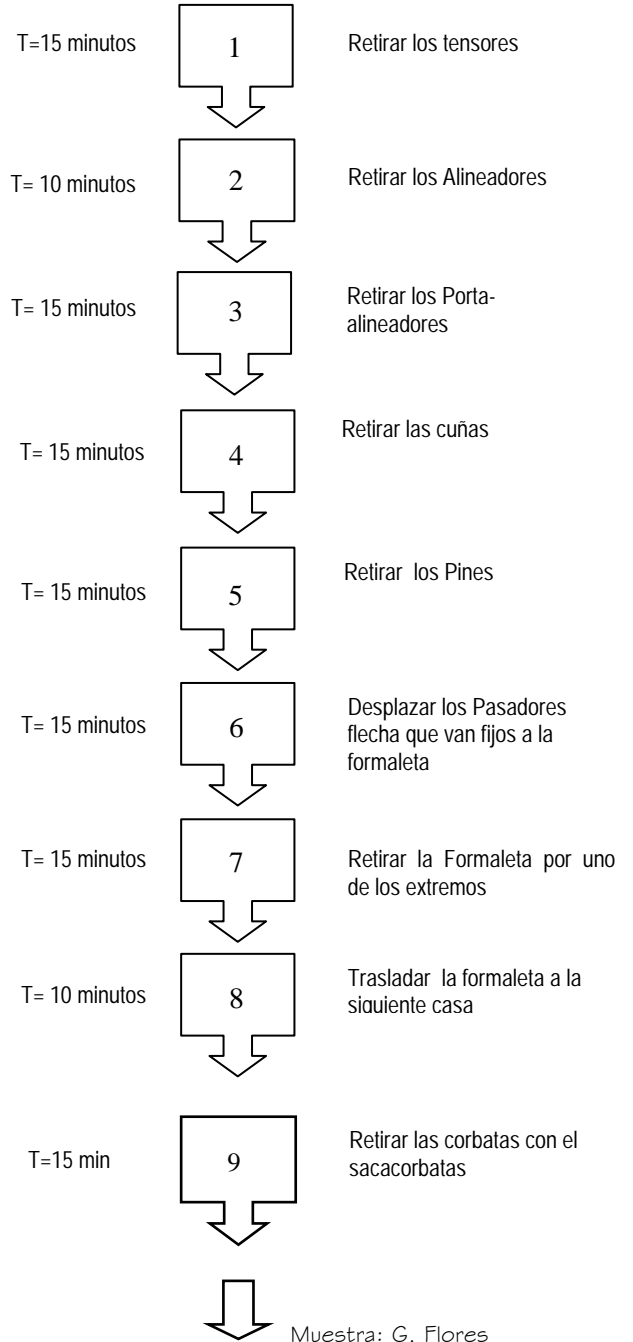
El lavado de la formaleta se realiza cuando se ha terminado el proceso de fundiciones en una vivienda, entonces se inicia la limpieza que regularmente se hace con agua y detergente pero el problema es cuando se visualizan restos de concreto en las caras interna y externa de la formaleta así como de los bushing que quedan inservibles si no se elimina totalmente el concreto de ellos, como se muestra en la figura no funciona solo utilizar detergente y agua para dejar impecable la formaleta, los bushing sucios no permiten que cuando se utilice la formaleta en otro proyecto se puedan sujetar correctamente creando desperdicios de concreto, por ello es muy importante cerciorarse de una limpieza completa de las caras interna y externa, así como de los bushing<sup>17</sup>.



Se ha comprobado que no limpiar la formaleta provoca que se siga acumulando el concreto, haciendo que los muros queden desalineados y con la superficie dañada.

### DIAGRAMA DE OPERACIONES # 6

Actividad: Desmoldar



Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	9	115
Traslado	1	10

#### 40. GRADAS O ESCALERAS:

Las gradas también son un elemento estructural en las viviendas que nos sirven para comunicarnos hacia un segundo nivel.

Al igual que los demás elementos estructurales las gradas se arman y luego se funden.

A este elemento lo conforman la huella y la contrahuella, y dependerá de la altura de piso al entrepiso la altura de cada contrahuella<sup>17</sup>.



Foto # 76: G. Flores



Foto # 75: G. Flores



Foto # 77: G. Flores



Foto # 78: G. Flores



#### 4.1. SEGUNDO NIVEL:

Para las viviendas de segundo nivel se utiliza el mismo método del primer piso, esto si la vivienda tuviera un segundo nivel:

1. Se procede colocar las electromallas sus refuerzos e instalar las instalaciones correspondientes que estén documentadas en los planos<sup>17</sup>.



Foto # 80: G. Flores

2. Los pasadores de corte sirven de amarre entre la losa de entrepiso, los muros del primer nivel y los muros del segundo nivel.



Foto # 81: G. Flores

Los pasadores dobles (dos pines) se colocan generalmente a una distancia de 0.40 m. dejando un pasador vertical y otro a escuadra.

Importante: cuando son pasadores simples se colocan a casa 20 cm. e intercalando un pasador doblado y otro recto.

3. Se colocan las formaletas para segundo nivel.



Foto # 82: G. Flores

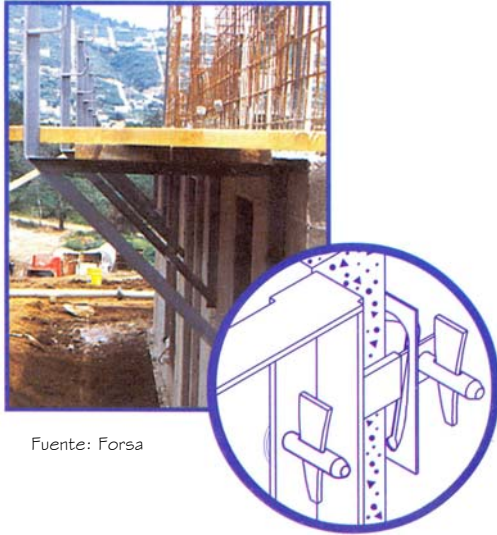
4. Para las construcciones de dos o más pisos se instalan los andamios perimetrales alrededor de la vivienda.

5. Los andamios sirven para facilitar la cara exterior de la formaleta y para el desplazamiento del personal.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

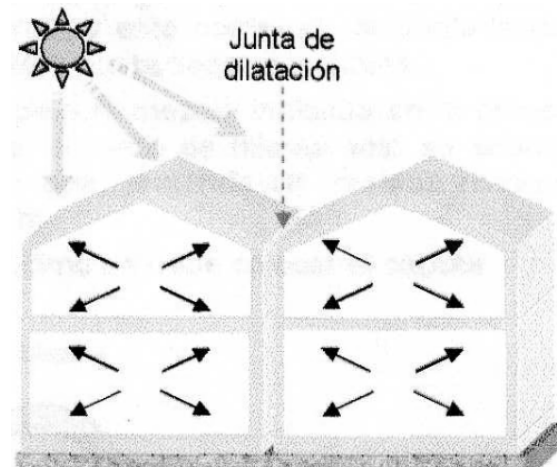
## 42. INSTALACIÓN DE ANDAMIOS:

Se deben dejar sin retirar algunas corbatas del muro del primer nivel, para enganchar en ellas los andamios y sus fijadores, que evitan que las corbatas se salgan mientras están sujetos los andamios<sup>17</sup>.



Fuente: Forsa

Las juntas de control, permiten movimientos en el plano de una losa o de un muro, y se colocan en los lugares donde ha concluido la jornada de trabajo, las juntas separan áreas de concreto colocado en distintos momentos, quiere decir que no se haya fundido monóticamente.<sup>24</sup>

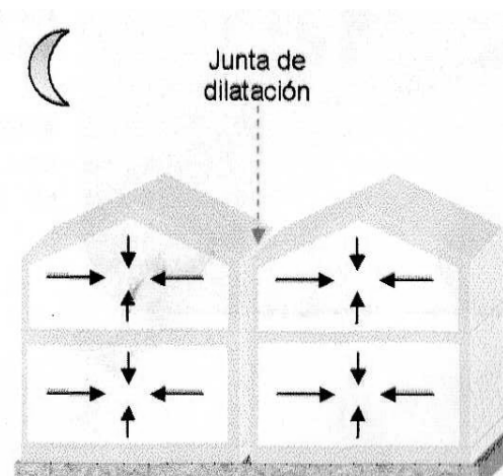


Fuente: Manual Grupo Macro

## 43. Juntas de Dilatación:

El concreto endurecido presenta ligeros cambios de volumen debido a variaciones en la temperatura, los cuales provocan esfuerzos que pueden causar agrietamientos, especialmente en edades tempranas. Esta es una propiedad inherente e inevitable en el concreto.

Las juntas con el método más efectivo para controlar agrietamiento, si una extensión considerable de concreto ya sea una pared o losa, no contiene juntas, convenientemente espaciadas, que alivien los esfuerzos, expansión, contracción o secado, ocasionadas por humedad, cambios de temperatura o sismos, el concreto se agrietara de manera aleatoria.<sup>24</sup>



Fuente: Manual Grupo Macro

17. Manual de Instalación, Formaleas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003. 24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005.

Se recomienda que las juntas de dilatación deban de quedar por lo menos 5cm. De separación entre casa y casa, si existiese cambio de plataforma seguida, o bien 5 cm. cada 4 o 5 casas si existiera un nivel de plataforma donde se requieran cambios cada 30 metros. Estas juntas se rellenan con duroport, y se sella con impermeabilizante para evitar filtraciones, en la mayoría de las juntas se coloca un tapajuntas fabricado de duralita, al que se le puede aplicar pintura o textura para que no se note este detalle.

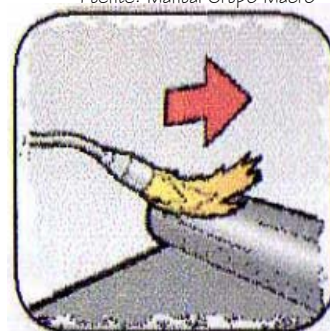
#### 44. Juntas Frías:

Las juntas frías se dan cuando no se funde monolíticamente un elemento con otro, como cambios de nivel, o muros fundidos o de block de ampliaciones, uno de los métodos para sellar juntas, es colocando un manto asfáltico, el instalador necesita un soplete, de 150,000 BTU mínimo, el trabajo se debe realizar con mucha cautela ya que no se debe aplicar con poco o demasiado calor durante la instalación.

Se deben seguir estos pasos para el trabajo de las juntas:

1. La membrana siempre debe ser aplicada de manera que el solape corra con la pendiente.
2. Siempre se debe aplicar presión al manto mientras en calentado, y puesto en su lugar esto asegura adhesión y la eliminación de bolsas de aire.
3. El calentado debe ser suficiente para consumir el rollo de polietileno protector, y producir la fusión del asfalto<sup>24</sup>.

Fuente: Manual Grupo Macro



4. Todo solape final debe alcanzar como mínimo 6”.

5. Siempre que corte una pieza, pruebe su adaptación al techo, antes de aplicarla.

6. Se debe almacenar los rollos verticalmente, evitando así dañar los bordes del mismo.

7. Planifique la posición de los mantos antes de aplicarlos. Desenrolle siempre 1 o 2 metros para asegurar la alineación del rollo. Si llega a desviarse por más de 1/2”, corte el rollo y vuelva a alinear.<sup>24</sup>

Fuente: Manual Grupo Macro



Otra forma de sellar juntas es la del Flashing, de lámina metálica, de preferencia aluminicinc, calibre 24, pegada con un sellador epóxico, flexible por ejemplo el Sikaflex.<sup>24</sup>

<sup>24</sup>. Manual de Construcción de Viviendas con formaleta, GRUPO MACRO, Guatemala, 2005.



ACABADOS





## 45. Acabados

Entre los acabados que se trabajan para estas viviendas se tienen pisos, puertas, ventanas, textura y artefactos sanitarios.

Cuando la vivienda está totalmente terminada en obra gris se vera de esta manera:



Foto # 83: G. Flores

Para empezar a trabajar los acabados, iniciaremos con el proceso de instalación de pisos, azulejos y baldosas especiales<sup>24</sup>.

### 45.1 Instalación de pisos

En la instalación de pisos se debe considerar siempre una sisa de 0.5 cm. entre las uniones de losa y muro, llamada también junta perimetral, la cual funciona como junta de dilatación, para evitar que el piso se levante cuando el concreto se expanda por cambios de temperatura, ver figura<sup>25</sup>.

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005, 25. Manual de Cerámicas, Cordillera diseños del mundo, México, 2004.

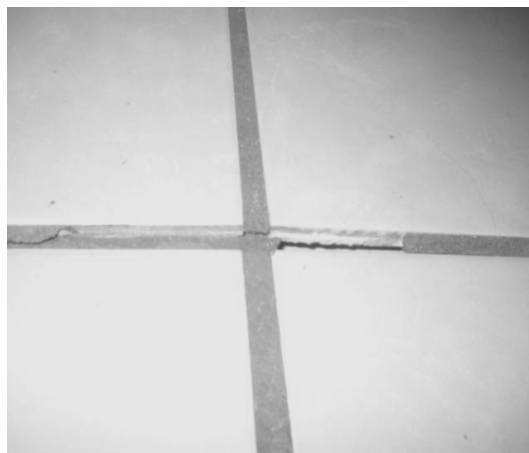
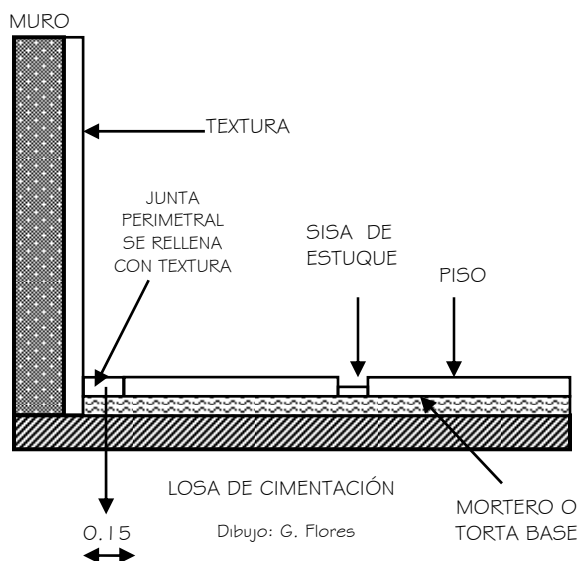


Foto # 83: G. Flores

Cuando se coloca zócalo, esta sisa no se rellenará con nada.

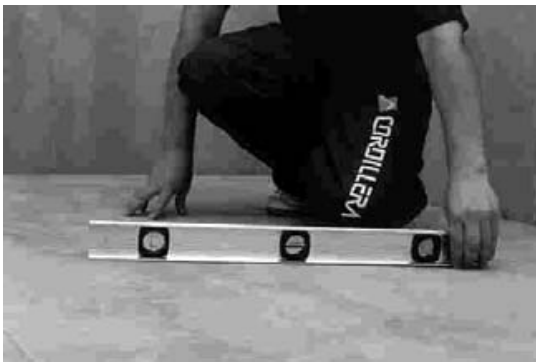
Es muy importante dejar una junta perimetral para evitar levantamientos de piso por la contracción o expansión del concreto, también antes de instalar el piso se debe abrir unas cinco cajas de

Piso y tomar un piso de cada caja para evitar cambios muy marcados de tonalidad en los ambientes.<sup>25</sup>



En la instalación donde se deben trabajar pisos y muros en un mismo ambiente, es recomendable comenzar por los pisos, estos deberán quedar con los niveles definitivos, ya que además servirán como punto de partida a los muros si es que se quiere continuar con la línea de piso.

Asimismo, se deben revisar los niveles en cada punto del área de piso. Para esto se puede utilizar el sistema de nivel-manguera con agua, marcando en uno de los muros a una altura de un metro.<sup>25</sup>

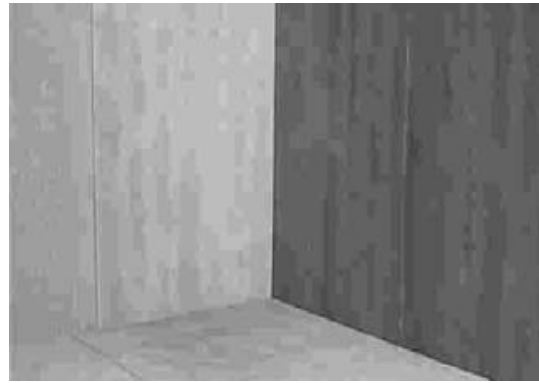


Fuente: Manual de Cerámicas



Fuente: Manual de Cerámicas

Lo primero en una instalación de pisos, es conocer exactamente el área que se quiere revestir, ubicar los accesos y sectores de mayor golpe de vista, todo esto con el fin de determinar donde quedarán los cortes, ya que por lo general las palmetas (pisos de remate) no calzan exactamente en el ambiente.<sup>25</sup>



Fuente: Manual de Cerámicas

Esta medida se deberá ir traspasando de muro en muro.



Fuente: Manual de Cerámicas

Finalizada esta operación, podrá determinar exactamente los desniveles perimetrales. Para ver el nivel en la zona central puede utilizar una regla.<sup>25</sup>



Fuente: Manual de Cerámicas



Recuerde que no se recomienda nivelar los pisos con adhesivo, estos, deben estar previamente nivelados.

Se debe revisar todo el revestimiento antes de proceder a la instalación, verificando tono, calibre, ya que las variaciones son inherentes a estos procesos industriales, por lo que se recomienda trabajar con buena iluminación. Es recomendable una vez chequeado el producto, ir mezclando varias cajas entre sí y en ese momento proceder a la instalación.<sup>25</sup>



Fuente: Manual de Cerámicas

Los adhesivos modernos (polvo) y premezclados requieren de una preparación previa de 10 a 12 minutos para que todos sus componentes se hidraten adecuadamente, para luego volver a remover.



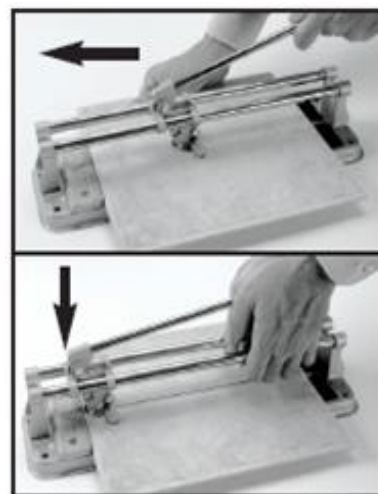
Fuente: Manual de Cerámicas

Este tiempo, le permitirá trazar las guías maestras para comenzar a instalar las primeras hiladas; le recomendamos arrimarse al muro de mayor vista para comenzar, así podrá colocar palmetas completas y aprovechará una mayor cantidad de ellas.

Para una buena alineación del revestimiento puede utilizar el sistema 3 - 4 - 5, regla que permitirá trazar líneas perpendiculares a los muros y, lógicamente, paralelas.<sup>25</sup>

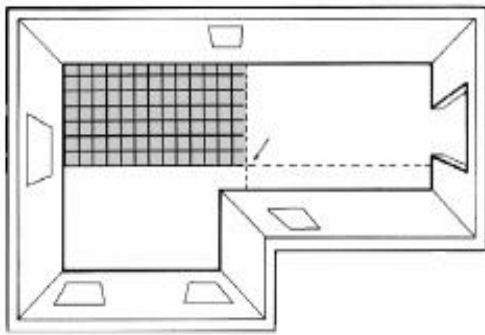


Fuente: Manual de Cerámicas



Fuente: Manual de Cerámicas

Se debe cortar el piso que se necesite en el tamaño requerido por la instalación, es mejor si se tiene un replanteo sencillo de cómo se colocaran las piezas, para tener menores ajustes.



Fuente: Manual de Cerámicas

Una vez realizados estos pasos previos, puede comenzar extendiendo el adhesivo con una llana dentada, que permite arrastrar pegamento de forma pareja. Debe extender el adhesivo suficiente como para no crear "piel" (lo que produce una adherencia ficticia entre la cerámica y el adhesivo).<sup>25</sup>



Fuente: Manual de Cerámicas

Los pasos siguientes, serán alinearse bien en ambos sentidos (para eso es recomendable marcar guías maestras sucesivamente) y realizar los remates inmediatamente, con lo cual no habrá problemas con eventuales diferencias de tonalidad y/o calibre.<sup>25</sup>

25. Manual de Cerámicas, Cordillera diseños del mundo, México, 2004.



Fuente: Manual de Cerámicas

El fraguado se debe ejecutar 48 hrs. después, se recomienda aplicarlo con fraguador, ya que este realiza mayor presión y es capaz de llegar a los puntos más profundos de la cantería con la mezcla. El secado del fragüe es bastante rápido, así es que se sugiere una limpieza una vez que esto haya sucedido (1 hora aprox.).<sup>25</sup>

En casas de vivienda en serie se utilizarán dos métodos para la instalación del piso una en la que se utilizan morteros de diferentes clases para instalar el piso, el primero será en planta de 1er. nivel donde se utilizará sabieta y el segundo en plantas altas donde se utilizará adhesivo de capa gruesa, este procedimiento de se describe en el diagrama de operaciones que se observa en la figura.



Foto #84: G. Flores

## 45.2 Instalación de azulejos

El azulejo es utilizado para cubrir o decorar suelos y paredes dentro de ciertas áreas dentro de la vivienda tales como la cocina y el baño.

Al igual que en los pisos, en los muros deben controlarse sus plomos, los niveles con el piso y encuentro con cielos.

Si hubiera desniveles en piso, se debe tomar la mayor distancia entre el nivel marcado de un metro y el piso, para comenzar con un azulejo completo e ir desbastando el azulejo hacia el nivel menor marcado.



Fuente: Manual de Cerámicas

También es recomendable para ver el nivel de terminación, tomar las medidas de piso a cielo y cuadrar exactamente la ubicación de los cortes, programando la ubicación exacta de canterías, cenefas y cortes<sup>25</sup>.



Fuente: Manual de Cerámicas

Cuando son muros de concreto se debe definitivamente, se debe utilizar adhesivo rígido en base a materias primas cementicias; estos se encuentran en el mercado listos para ser hidratados con agua.

Estos adhesivos deben aplicarse al muro con llana dentada, previa confirmación de que estos se encuentran limpios y desprovistos de partes sueltas, grasas o polvo.



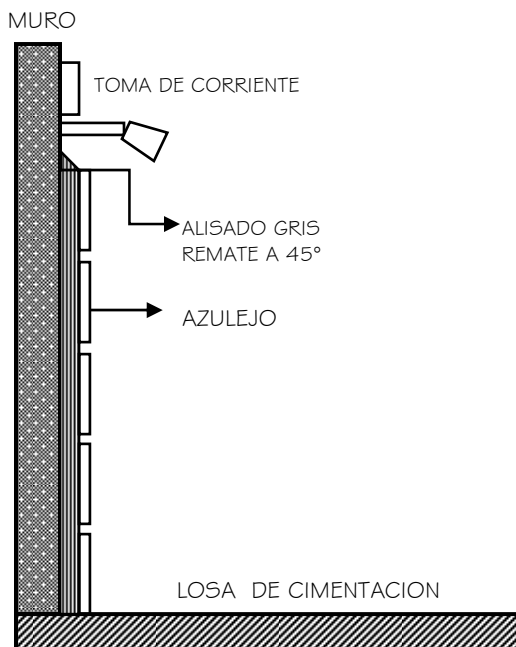
Fuente: Manual de Cerámicas

Al momento de colocar el azulejo se debe imprimir cierta presión, con el fin de lograr el máximo asentamiento, y dejar una cantería mínima de 3-4 mm<sup>25</sup>.



Fuente: Manual de Cerámicas

Para la instalación de azulejo en el baño, se debe considerar una pendiente de 45° entre el último azulejo y la textura, como se muestra en la figura.<sup>25</sup>



Dibujo: G. Flores

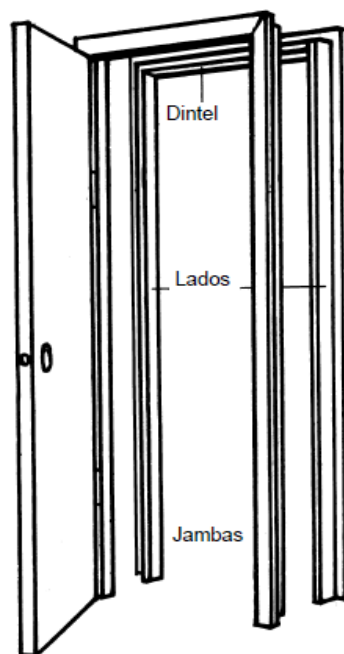
El método propuesto para la instalación del azulejo se observa en el diagrama de operaciones # 8.



Foto # 85: G. Flores

### 45.3 Instalación de puertas

Las puertas instaladas en las viviendas son de MDF, estas puertas llegan al proyecto prepintadas para luego de instaladas se les de otra cubierta de pintura, para la instalación de las puertas se tienen dos pasos importantes siendo la instalación del marco y la puerta, este procedimiento es aplicable a puertas internas como externas.



Fuente: Manual de Puertas de MDF

#### 45.3.1 Instalación del marco

Los marcos que se utilizan se instalan muy rápido debido a que el marco llega al proyecto con las medidas especificadas en planos, por lo que el operador sólo debe colocarlo y asegurarlo con tornillos, en el marco se debe atornillar las bisagras que permitirán el giro de la puerta. En la figura se observa el diagrama de operaciones la instalación del marco, que también llega prepintado para acelerar la entrega de las viviendas.<sup>26</sup>

25. Manual de Cerámicas, Cordillera diseños del mundo, México, 2004.

### 45.3.2 Secuencia de instalación de la puerta

La secuencia de instalación de la puerta puede realizarse con un instalador y su ayudante para agilizar la instalación de la puerta dentro de las viviendas, desde la instalación de la puerta, hasta la colocación de la perilla.

### 45.3.3 El procedimiento

1. Chequee el vano del muro o tabique y si es necesario ajústelo.



Fuente: Manual de Puertas de MDF

2. Ensamble el marco de la puerta.
3. Instale el marco, cuidando de ponerlo debidamente aplomado.



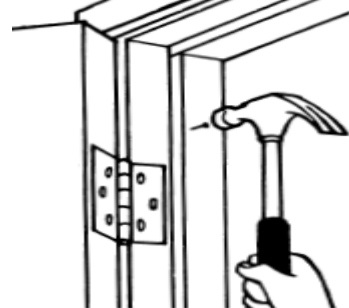
Fuente: Manual de Puertas de MDF

4. Fije en forma segura el marco a la pared.
5. Lije y ajuste la puerta para que calce correctamente.
6. Marque, rebaje e instale las bisagras.
7. Coloque la puerta y marque el lugar donde va el sistema de cerradura.<sup>26</sup>

26. Manual de Instalación de Puertas de MDF, Distribuciones Globales, Guatemala, 2008.



Fuente: Manual de Puertas de MDF



### 45.3.4 Selección de acabado

El color y acabado correctos para las molduras es cuestión de preferencia personal. Sin embargo, debido a que actualmente existen centenares de productos de acabado en el mercado, es Natural que uno se sienta confundido.

Si sabe el resultado que desea lograr y si entiende alguna terminología básica de la variedad de productos de acabado disponibles, así como sus ventajas y desventajas, será más fácil que seleccione el mejor acabado para su proyecto<sup>26</sup>.



#### 45. 4 INSTALACION DE VENTANAS

En lo que respecta instalación de ventanas no se tiene un método establecido directamente, todo dependerá de la clase de ventanearía que el cliente colocara a las viviendas.



Foto # 86: G. Flores

Entre los tipos de ventanas que existen actualmente se encuentran las ventanas de PVC que es la ventanearía más usada últimamente, pero en algunos condominios se utilizan aun de aluminio, y hierro forjado.

Para la instalación de ventanas no importando el tipo que este sea, se deben tomar los siguientes aspectos:

a. Que los vanos estén completamente a plomo, para que al fijar la ventana no quede con ángulos donde se aprecie demasiada luz.<sup>27</sup>



Foto # 87: G. Flores

b. Que el sillar como el dintel se encuentren a nivel, si se detectara algún desnivel en la ventana, se tendrá que trabajar la misma para que el perfil que va en el sillar o el dintel quede bien sujeto y completamente a nivel.

c. Colocar la ventana y atornillar la misma, para esta función, se deberán usar tornillos tipo Hilti (o similar) los cuales se ubicarán a 15 cm. del vértice de la ventana y de ese punto cada 30 cm. hasta llegar a 15 cm. del otro vértice donde se ubicará otra fijación y así hasta completar los 4 lados.



Foto # 88: G. Flores

d. Después de fijada la ventana se sellará con silicona de alta resistencia color blanco.

En la instalación de ventanas siempre queda una separación entre el vano y la ventana por lo que se aplica espuma de poliuretano, para ello se propone aplicarlo de la parte interna de la ventana a la externa, esto con el fin de mejorar la resistencia del material y si existiera excedente de la espuma se debe eliminar con una cuchilla y por último se aplica un sellador en todos los bordes de la ventana para dejar un mejor acabado<sup>27</sup>.

27. Instalación de Ventanas de PVC, Euro perfiles, Guatemala, 2006.





Fuente: Manual Ventanas PVC

La otra mejora es instalar la ventana antes de la aplicación de la textura debido a que de esta forma se evita las filtraciones en los muros, debido a la alta absorción provoca el carbonato de calcio, ingrediente esencial para la textura plástica.<sup>27</sup>

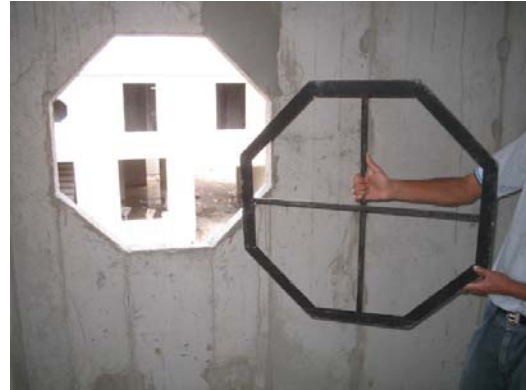


Foto # 89: G. Flores

#### 45. 5 RESANADO DE MUROS

El resanado de muros consiste en trabajar las paredes rellenándolas nuevamente con concreto, para eliminar las imperfecciones de la fundición, se inicia resanando los agujeros de corbatas, luego esquinas, rincones, dinteles y sillares.

Esto se debe a que en el momento de retirar la placa y desmoldar pueden presentarse agujeros pequeños o bien agujeros grandes llamados ratoneras, resultado de que los vibradores no logran llenar algunas áreas dentro de los moldes. Pueden darse dos clases de ratoneras:

- a. **La externa** que se presenta en el muro superficialmente ya sea por medio de un grupo de hoyos pequeños u hoyos grandes carcomidos,
- b. **y la interna** que al golpear el muro se oye hueco por dentro esto indica que se debe picar la pared y volver a rellenar para que el muro siga consistente.

El resanado consiste en lanzar el concreto hacia la pared dejando completamente llena el área, esto ayuda para que la textura quede completamente pareja y no se tengan problemas posteriores con el cliente en el futuro.<sup>24</sup>

27. Instalación de Ventanas de PVC, Euro perfiles, Guatemala, 2006.



El resane de los hoyos donde estuvieron posicionadas las corbatas también se deben rellenar para que de igual manera cuando se aplique la textura no se noten estas concavidades.



Foto # 90: G. Flores



Foto # 91: G. Flores

El resane es la parte más delicada de la construcción de la vivienda, ya que si no se tiene ningún problema con la fundición se entregara la vivienda a tiempo, pero si la fundición cuenta con problemas como desplomes, ratoneras, segregaciones, desportillados, esto requiere mayor tiempo de reparación y también mayores insumos y costo de mano de obra.<sup>24</sup>

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005

## 45.6 RESANE DE FISURAS

Otro punto a referenciar es el trabajo de las fisuras o grietas que se dan en los muros. Se trabajan donde viajen poliductos de instalaciones eléctricas o bien estén localizadas tuberías de drenajes o hidráulicas.

Para ello se pican las fisuras aproximadamente unos 6 mm. Se aplica un aditivo epoxico con pistola sobre la zanja picada, se coloca una malla sintética, para evitar que la fisura repita nuevamente y sobre ella se aplica otro aditivo diluido en agua con brocha que actúa como tensor al secar.<sup>24</sup>



Foto # 92: G. Flores

Luego de este procedimiento se puede aplicar la base para muro y la textura consecuentemente.

## 45.7 TEXTURA

La textura consiste en la aplicación de una mezcla en todos los muros y techos de toda la vivienda. Existen cuatro consideraciones muy importantes para la aplicación de textura.

**45.7.1 LIMPIEZA:** Verificar que las superficies a texturizar se encuentren totalmente limpias. Si es necesario se deben lavar para quitar restos de antisol,

desencofrante, diesel o cualquier otra sustancia que impidan una buena adherencia de la textura a la superficie.

**45.7.2 REFUERZO:** En los lugares donde hay mayor riesgo de que se produzcan fisuras, se puede colocar una tela de doble refuerzo como se observa en la figura, para evitar que la fisura se transmita a la textura.<sup>24</sup>



Foto # 93: G. Flores

**45.7.3 PROTECCIÓN:** Se deben proteger todas las superficies y elementos que no se deben ensuciar con textura, como pisos, puertas, ventanas, accesorios eléctricos, etc. Se puede utilizar, nylon, periódico u otro material como se observa en la figura. El masking tape es muy útil para delimitar con exactitud las áreas sobre las cuales se va a aplicar la textura.<sup>24</sup>



Foto # 94: G. Flores

Utilizar el nylon es más ventajoso debido a la reutilización de este material.

**45.7.4 FONDO:** En algunos casos es necesario aplicar un fondo directamente sobre el concreto para facilitar la adherencia de las siguientes capas de textura tal como se observa en la figura.

Este fondo está compuesto de resina, y cemento Pórtland puzolánico para fabricar block de secado rápido, diluidos con agua y aplicado generalmente con rodillo.



Foto # 95: G. Flores

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005

#### 45.7.5 Textura final

La textura final se aplica después de haber aplicado el fondo, los métodos más utilizados de textura en vivienda son el alisado y el texturizado.

El tipo de textura depende de los requerimientos del cliente.<sup>24</sup>



Foto # 96: G. Flores



Foto # 97: G. Flores

#### 45.7.6 Alisado

Se puede aplicar en paredes y techos. Este tipo de textura consiste en aplicar dos capas de mezcla utilizando una llana tal como se observa en la figura, que logran nivelar paredes o techos, tapando toda clase de irregularidades. Las mezclas utilizadas son la mezcla para la base y la mezcla para la textura fina.<sup>24</sup>

Con éste método, se puede conseguir un acabado muy liso.



Foto # 98: G. Flores

Se puede aplicar en paredes y techos. Consiste en crear acabados rugosos que se realzan con la ayuda de la luz.<sup>24</sup>



Foto # 99: G. Flores

Los relieves, las irregularidades o las tramas se pueden realizar con masillas o estucos y toda clase de espátulas, peines, objetos o materiales susceptibles de dejar impresiones o marcas. Puede ser un modo de disimular los defectos de

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005

una pared sin tener que alisarla, o bien de dar un aspecto interesante o artístico.

Existen métodos manuales y mecanizados, para la aplicación de textura de grano, una de las formas más prácticas en utilizar un compresor y una pistola para texturizar ver figura.<sup>24</sup>

Se prepara la mezcla siguiendo las instrucciones del fabricante y se deposita en la tolva según se va necesitando. Al accionar la pistola se gradúa la cantidad de mezcla que se expulsa, procurando aplicar una capa uniforme de textura sobre la superficie.



Fuente: Manual Grupo Macro

Existe gran variedad de texturas que se pueden aplicar manualmente, y dependen en gran manera de la habilidad y experiencia de los texturizadores que la están aplicando. En la mayoría de los casos se agrega pintura en polvo a la mezcla de la textura, para lograr el color definitivo.<sup>24</sup>

## 45.8 Artefactos Sanitarios

La instalación de los artefactos indicados en esta sección se limita al lavamanos y el sanitario debido a que son los más comunes en todas las viviendas.

24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005



Foto # 100: G. Flores

### 45.8.1 Colocación de Lavamanos

1. Para instalar el lavamanos primero se debe tener una base de mármol tal como se observa en la figura, que es de un tipo de mármol. Es importante que la parte del lavamanos que se pegará deba lijarse con una pulidora para que se adhiera bien con la base, hacer marcas de referencia en la pared y en el piso a través de los agujeros de montaje.<sup>28</sup>



Fuente: Incesa Standard

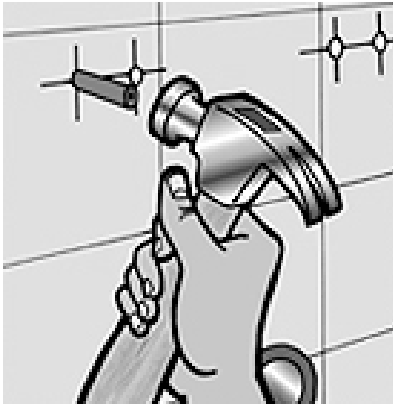
2. Taladre agujeros piloto en los puntos de referencia marcados en la pared y en el piso.



Fuente: Incesa Standard

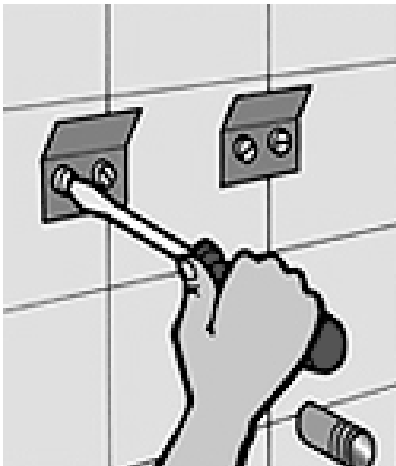


3. Inserte tarugos en la pared.<sup>28</sup>



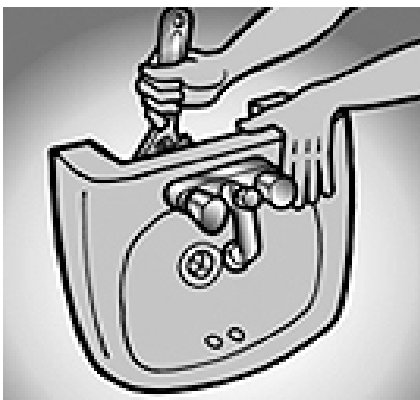
Fuente: Incesa Standard

4. De acuerdo al modelo de lavamanos, atornille uñas de fijación en los agujeros.



Fuente: Incesa Standard

5. Sujete la grifería al lavamanos



Fuente: Incesa Standard

6. Colóquelo sobre el pedestal. Alinee los agujeros en la parte de atrás del lavamanos con los agujeros piloto taladrados en la pared, el lavamanos está provisto de dos orificios en la parte posterior para ser fijados a la pared. Utilice dos tornillos 8" x 2", o de acuerdo al modelo, coloque el lavamanos encima de las uñas de fijación en la pared.<sup>28</sup>



Fuente: Incesa Standard



Fuente: Incesa Standard

7. Acople las tuberías de desagüe y abastecimiento



Fuente: Incesa Standard

<sup>28</sup>. Instalación de Artefactos Sanitarios, Brosures Incesa Standard, 2006.

8. cuando haya terminado con la instalación selle con cemento blanco entre la parte de atrás del lavamanos y la pared.

El pegamento que se utiliza para pegar el lavamanos a la base es resina de poliéster que se endurece con peróxido y el carbonato de calcio se utiliza para espesar la mezcla.

Finalmente, se tienen alrededor de 15 minutos para limpiar el excedente de pegamento antes de que se endurezca y sea difícil removerlo.

La instalación final se realizará transcurridos 20 minutos. La tubería de lavamanos debe estar a unos 0.50 m del NPT.<sup>28</sup>

#### 45.8.2 Colocación de Inodoro

Un inodoro nuevo se instala en dos etapas: primero la taza y después el tanque. La parte más difícil de la instalación es colocar la taza en su lugar, ya que es pesada y se tiene que poner de tal manera que los tornillos del piso estén directamente alineados con las perforaciones de la base del inodoro.

Una vez que se termina esta parte, se ha completado la parte más difícil de la instalación.

Cuando se trabaja con artículos pesados de porcelana como inodoros se debe evitar golpearlos contra cualquier objeto. La porcelana es resistente hasta cierto punto. Si se raja no se puede usar, debido a que sería un producto de mala calidad y causaría reclamos por parte de los habitantes de la vivienda. Los pasos secuenciales para la instalación de sanitario se describen a continuación:

1. Colocar la taza del inodoro nuevo en posición invertida y colocar un anillo de cera nuevo alrededor del cuerno de salida del inodoro. Presionar hacia abajo firmemente para ajustar el anillo. Si el anillo tiene una cubierta de papel, hay que quitársela.<sup>28</sup>



Fuente: Incesa Standard

2. Hay que asegurarse de que la base del inodoro esté limpia y de que los tornillos del piso estén derechos. Después coloca cuidadosamente el inodoro sobre su base y encaja las perforaciones de la base del inodoro directamente con los tornillos del piso.<sup>28</sup>



Fuente: Incesa Standard

28. Instalación de Artefactos Sanitarios, Brosures Incesa Standard, 2006.

3. Presionar hacia abajo la taza del inodoro para comprimir el anillo de cera, de manera que selle herméticamente, tal como se observa en la figura. Después sujetar las rondanas y las tuercas a los tornillos del piso y apretarlos con una llave ajustable. (Nota: No se apretar demasiado, debido a que la base se puede rajar).



Fuente: Incesa Standard

4. Se debe colocar el tanque en posición invertida y el empaque de hule sobre la salida en la parte inferior del tanque tal como se observa en la figura.



Fuente: Incesa Standard

5. Luego se voltea el tanque y se coloca sobre la taza del inodoro, centrando el empaque de hule en la abertura de la entrada del agua de la taza.

6. Alinear las dos o tres perforaciones en el fondo del tanque con las dos o tres perforaciones de la parte alta de la taza, después se coloca un empaque en cada tornillo del tanque e introduce los tornillos en las perforaciones correspondientes con las cabezas de los tornillos hacia la parte de adentro del tanque.

7. Luego se sujetan los tornillos con una llave de copas.

8. Por último se conecta la llave de paso y el tanque del inodoro.<sup>28</sup>

#### 45.9 Aplicación del Impermeabilizante

La impermeabilización es necesaria aplicarla a las losas, tanto planas como losas inclinadas para protegerlas de las inclemencias del tiempo, en su mayoría se debe aplicar en verano para que la losa esté lista para el invierno.

El impermeabilizante es un componente químico a base de polímeros aislantes y epoxicos que ayudan a que no ocurran filtraciones en las losas, producidas ya sea por fisuras o asentamientos en la losa.<sup>24</sup>

Hay impermeabilizantes asfálticos y acrílicos, veamos los pasos para su aplicación:

1. Antes de aplicar el impermeabilizante la losa debe estar completamente limpia y libre de cualquier agente químico o agua.
2. El impermeabilizante se debe aplicar con un rodillo

28. Instalación de Artefactos Sanitarios, Brosures Incesa Standard, 2006. 24. Manual de Construcción de Viviendas en sene, Grupo Macro, Guatemala, 2005



sobre toda la losa, procurando dejar una capa uniforme.

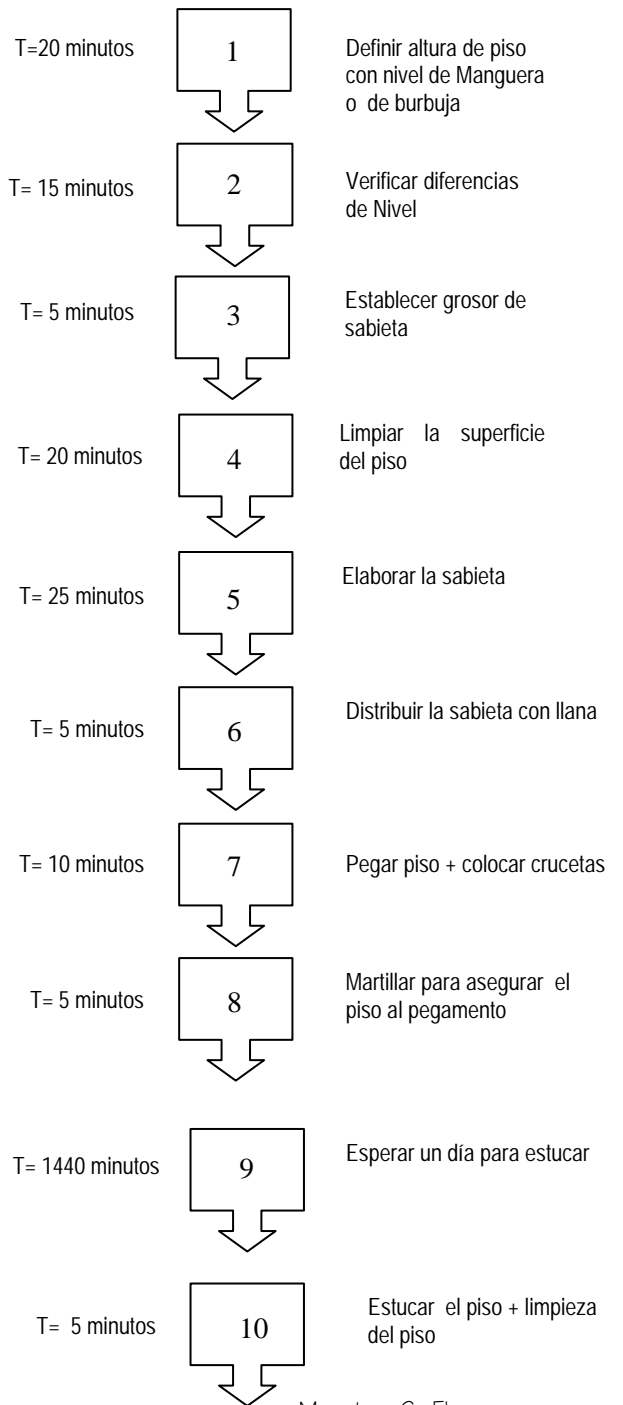
3. No aplicar el impermeabilizante sobre la losa mojada, porque hará que esta no forme la película que debe quedar pegada.
4. Estas losas se deben impermeabilizar por lo menos una vez cada año y medio.<sup>24</sup>



Fuente: Manual Grupo Macro

## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 7

Actividad: Instalación de Piso

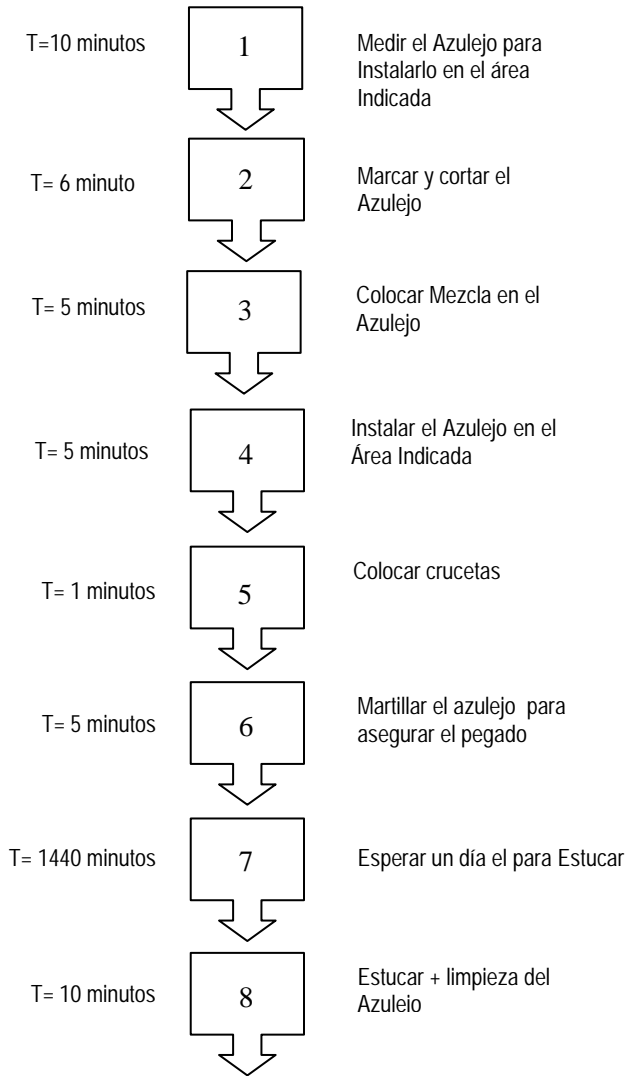


24. Manual de Construcción de Viviendas en serie, Grupo Macro, Guatemala, 2005

Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	10	100
Inspecciones	1	15
Demora	1	1440

## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 8

Actividad: Instalación de Azulejo

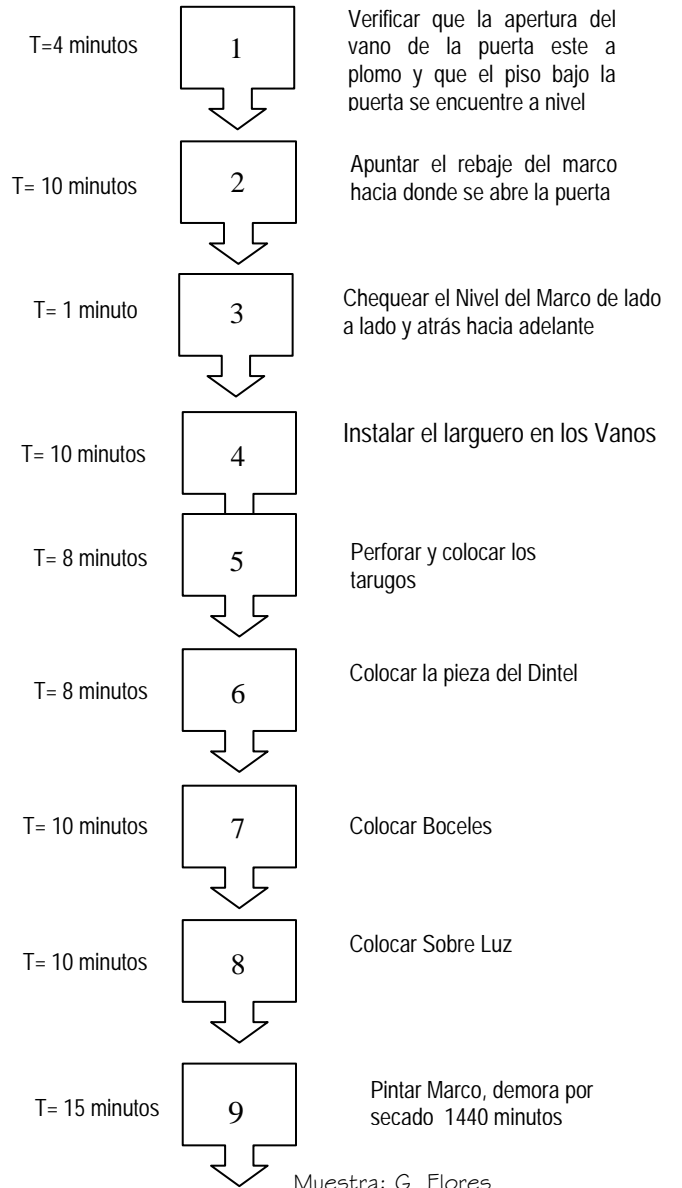


Muestra: G. Flores

Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	8	42
Inspecciones	1	15
Demora	1	1440

## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 9

Actividad: Instalación del Marco de Puerta

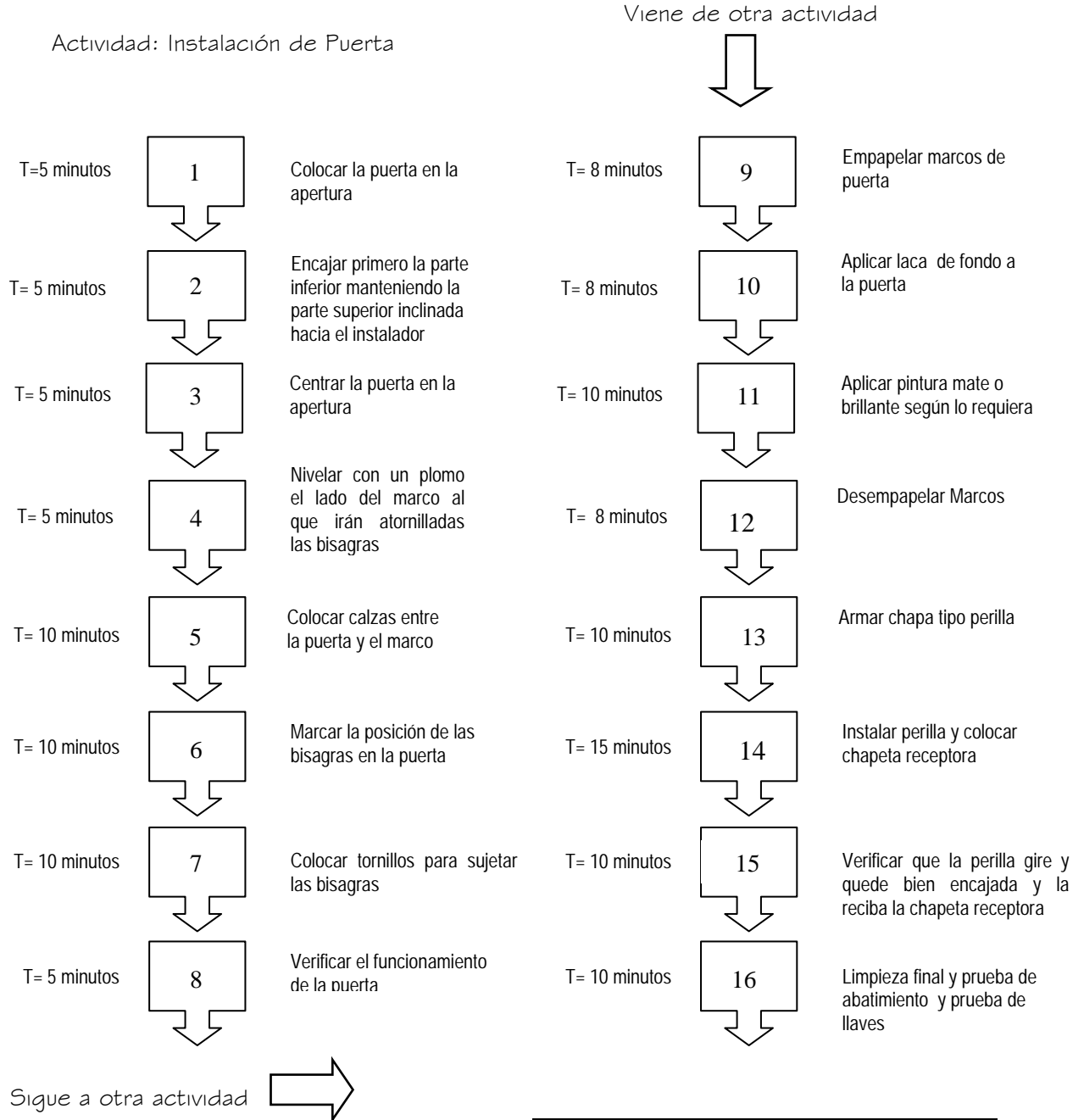


Muestra: G. Flores

Evento	Numero	Tiempo
Operaciones	9	76
Inspecciones	1	15
Demora	1	1440

## DIAGRAMA DE OPERACIONES # 10

Actividad: Instalación de Puerta



Evento	Número	Tiempo
Operaciones	16	134
Inspecciones	1	15
Demora	1	120

RESUMEN GRAFICO DEL PROCESO  
CONSTRUCTIVO



## RESUMEN GRAFICO:

### SECUENCIA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO:

A continuación se describen las etapas principales en las cuales se divide la construcción de viviendas en serie construidas con formaleta de aluminio con concreto fundido en sitio.

#### - META I: CIMENTACION

1. COMPACTACION
2. REMEDIACIÓN
3. PUENTEADO
4. TRAZO Y ZANJEADO:
  - 4.1. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE
  - 4.2. INSTALACIONES DE DRENAJES
5. COLOCACIÓN DE INSTALACIONES  
- AGUA POTABLE, DRENAJES
6. RELLENO DE ZANJAS Y COMPACTACIÓN
6. ARMADURÍA DE CIMENTACIÓN
7. FUNDICIÓN DE CIMIENTOS



2. Remedición de Plataformas



3. Colocación de Puenteado



4. Trazo y Marcaje de Cimentación



1. Compactación de terraplén





-Verificación de trazo por instalaciones

Foto # 105: G. Flores



Foto # 108: G. Flores



Foto # 106: G. Flores

Marcaje y zanqueo para instalaciones



Foto # 109: G. Flores

Zanjeo para Drenajes



Foto # 107: G. Flores



Foto # 110: G. Flores

Instalación de tubería para agua potable





Foto # 111 Colocación de instalaciones Drenajes



Foto # 114: G. Flores

Se observa como se llenan nuevamente



Foto # 112: G. Flores

Drenajes



Foto # 115: G. Flores

Las zanjas por donde viajan las instalaciones



Foto # 113: G. Flores



Foto # 116: G. Flores

Compactación





Foto # 117: G. Flores

Cuando las zanjas ya han sido rellenas



Foto # 120: G. Flores



Si el tiempo esta copioso por las lluvias se coloca un Nylon para que las armaduras no se hundan

Foto # 118: G. Flores



Foto # 121: G. Flores

El Nylon colocado quedara bajo toda la armadura, luego se fundira quedando por debajo del concreto.

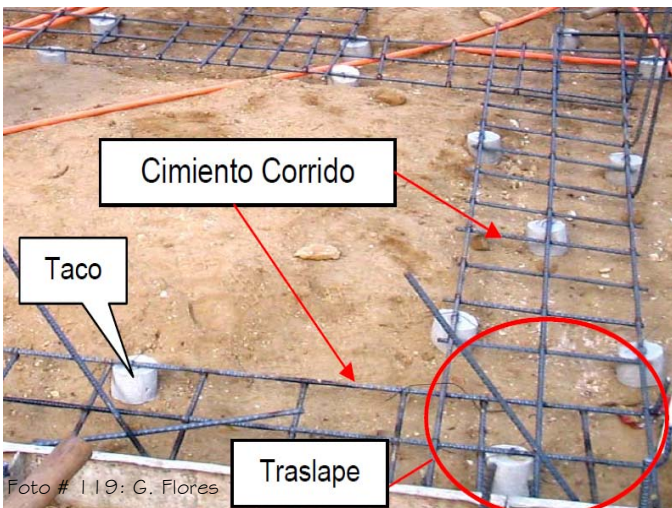


Foto # 119: G. Flores



Foto # 122: G. Flores





Foto # 123: G. Flores

Se coloca la Formaleta para fundir la cimentación,



Foto # 124: G. Flores

Es importante colocar el manómetro para verificar fugas antes de fundir.



Foto # 125: G. Flores



Foto # 126: G. Flores

Verificar ductos eléctricos y de gas,



Foto # 127: G. Flores

Antes de fundir debe cotejar los planos de instalaciones con lo físico



Foto # 128: G. Flores





Foto # 129: G. Flores

Se deben preparar los camiones y la bomba para la fundición.



Foto # 132: G. Flores

El chifle de la mezcladora descarga el concreto hacia la batea de la bomba y este la expulsa a presión hacia los tubos, para el vaciado en la obra.



Foto # 130: G. Flores

Chequear la colocación de los tubos donde se transporta a presión el concreto, para evitar derrames.



Foto # 132: G. Flores



Foto # 131: G. Flores





Foto # 133: G. Flores

Vaciado del colado,



Foto # 136: G. Flores

Apalear y emparejar la fundición



Foto # 134: G. Flores

Distribución del concreto,



Foto # 137: G. Flores

Llenado del perímetro de la cimentación.



Foto # 135: G. Flores



Foto # 138: G. Flores





Foto # 139: G. Flores

se debe trabajar con vibradores



Foto # 142: G. Flores

Vertido quede asentado y sin defectos



Foto # 140: G. Flores

Para asentar uniformemente el  
Concreto, esto ayuda a que no



Foto # 143: G. Flores



Foto # 141: G. Flores

salgan fisuras o ratoneras, y el



## META 2: MUROS 1° NIVEL Y LOSA ENTREPISO

1. MARCAJE DE MUROS PARA 1 NIVEL
2. COLOCACION DE TOPES DE MURO
3. COLOCACION DE ELECTROMALLA
4. COLOCACION DE ARMADURIA
5. INSTALACION DE TUBERIA PARA PLOMERIA EN ELECTROMALLA
6. INSTALACION DE TUBERIA PARA DRENAJES EN ELECTROMALLA
7. INSTALACION DE POLIDUCTO PARA ELECTRICIDAD EN ELECTROMALLA
8. COLOCACION DE FORMAleta DE ALUMINIO
9. FUNDICION DE CONCRETO
10. DESFORMALETEADO



Colocación de electromalla



Marcaje de muros



Colocación de Refuerzos

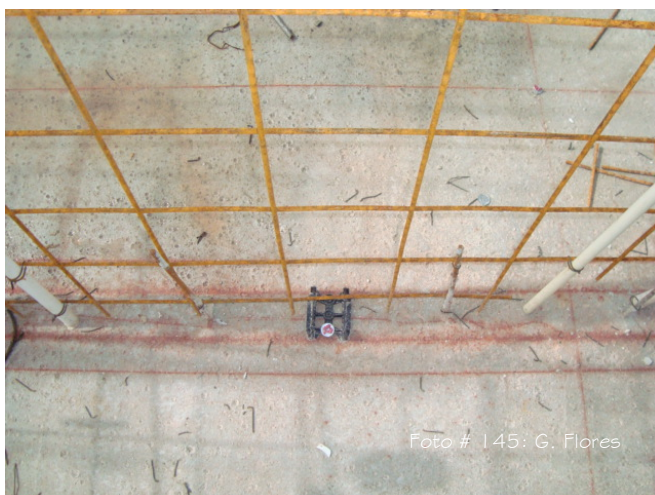






Foto # 150: G. Flores

Colocación de instalaciones



Foto # 153: G. Flores



Foto # 151: G. Flores

Colocación de separadores para formaleta.  
Preparación de la formaleta



Foto # 154: G. Flores

La formaleta debe estar clasificada por los lados de donde se empezara a instalar, ya tiene que tener desencofrante aplicado.



Foto # 152: G. Flores



Foto # 155: G. Flores





Foto 156. La Formaleta se empieza armar por la esquina Lateral Derecha de la vivienda,



Colocando porta alineadores

Foto # 159: G. Flores



Foto # 157: G. Flores

Armando Formaleta para muros 1° nivel



Foto # 160: G. Flores

Armadura de losa de Entrepiso e Instalaciones



Foto # 158: G. Flores



Foto # 161: G. Flores





Foto # 1162: G. Flores

Fundición de losa de Entrepiso



Foto # 1163: G. Flores

Distribución del concreto en entrepiso  
Abajo delineando los pañuelos



Puntales para losa  
son los últimos en  
retirarse

Foto # 1165: G. Flores



Foto # 1164: G. Flores



1° nivel y entrepiso  
ya fundido

Foto # 1166: G. Flores





Foto # 167: G. Flores

El siguiente paso, retirar las corbatas,



Foto # 170: G. Flores

La Formaleta debe retirarse y ordenarse para la siguiente vivienda a fundir



Foto # 168: G. Flores

Revisar muros para determinar resanes y Trabajos de fisuras, si hubiesen.



Foto # 171: G. Flores



Foto # 169: G. Flores

En esta fotografía se aprecia que la electromalla en el segundo nivel ya fue colocada, lista para comenzar con la meta 3.

### META 3: MUROS SEGUNDO NIVEL Y LOSA FINAL

1. MARCAJE DE MUROS PARA 2° NIVEL
2. COLOCACION DE TOPES DE MURO PARA 2° NIVEL
3. COLOCACION DE ELECTROMALLA PARA MUROS DE 2° NIVEL
4. COLOCACION DE ARMADURIA DE 2° NIVEL
5. INSTALACION DE TUBERIA PARA PLOMERIA EN ELECTROMALLA DE 2° NIVEL
6. INSTALACION DE TUBERIA PARA DRENAJES EN ELECTROMALLA DE 2° NIVEL
7. INSTALACION DE POLIDUCTO PARA ELECTRICIDAD EN ELECTROMALLA DE 2° NIVEL
8. COLOCACION DE FORMALETA DE ALUMINIO DE 2° NIVEL
9. FUNDICION DE CONCRETO DE 2° NIVEL
10. DESFORMALETEADO DE 2° NIVEL incluye sacado de corbatas.



Las bajadas de agua quedan en ductos a escuadras en las esquinas de muros a 45°.



Las instalaciones de agua potable quedan entre muros, ya que son de diámetros que en las dimensiones de los muros no afectan el grosor.





Foto # 175: G. Flores

En esta fotografía se aprecia mejor el ducto a 45° que se logra para las bajadas de aguas pluviales o aguas negras.



Foto # 177: G. Flores

Las tuberías deben quedar bien aseguradas a la electromalla para que en el momento de la fundición no se muevan.



Foto # 176: G. Flores



Foto # 178: G. Flores





Foto # 179: G. Flores

Se coloca la formaleta del 2° nivel arrancando por el frente de la vivienda,



Foto # 180: G. Flores

Siempre por el lateral derecho

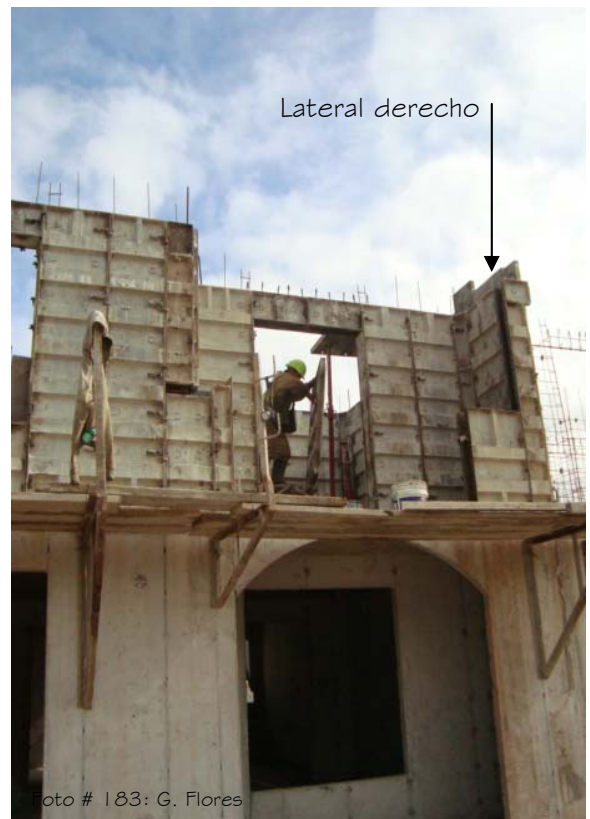


Foto # 181: G. Flores



La formaleta se debe colocar completa para fundición monolítica de los muros y losa

Foto # 182: G. Flores



Lateral derecho

Foto # 183: G. Flores





Foto # 184: G. Flores

Foto # 185: G. Flores

Colocación de refuerzos y electromalla en



losa del segundo nivel, una vez revisada y ajustada la formaleta se puede fundir.



Foto # 186: G. Flores



Foto # 187: G. Flores

Colocada las formaletas se prepara la



Foto # 188: G. Flores

Fundición final, aquí se da por terminado el proceso monolítico.



Foto # 189: G. Flores





Al igual que la cimentación se debe



En los muros ya penetro el concreto y se



Distribuir en toda la losa el concreto,



debe compactar siempre con el vibrador, procurando que sea homogéneo el trabajo.







Foto # 196: G. Flores

Desalojar la formaleta se convierte en el



Foto # 199: G. Flores

La vivienda ya está lista para el resanado



Foto # 197: G. Flores

Siguiente paso, a este se le llama



Foto # 200: G. Flores

El cual consiste en dejar el concreto de los muros completamente lisos para aplicar el acabado final.



Desformaletear

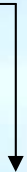


Foto # 198: G. Flores



Foto # 201: G. Flores

#### META 4: ACABADOS EN OBRA GRIS

Una vez sacadas las corbatas de los agujeros, se procede a:

1. LLENAR AGUJEROS DE CORBATAS
2. TALLAR
3. RESANE DE PAREDES (conseguir el mejor alisado posible para futuros acabados en pared)
4. RELLENO DE INSTALACIONES COLGANTES (aplicación de Mezclon en gradas de baños 2° nivel).
5. FUNDICION DE BORDILLOS
6. COLOCACION DE PISOS Y AZULEJOS
7. INSTALACION DE PUERTAS
8. INSTALACION DE VENTANAS
9. ALAMBRADO
10. COLOCACION DE DOMOS (si tuviere)
11. INSTALACION DE PREFABRICADOS
12. COLOCACION DE ARTEFACTOS SANITARIOS



Foto # 203: G. Flores

Se deben ir rellenando los agujeros que van quedando de las corbatas.



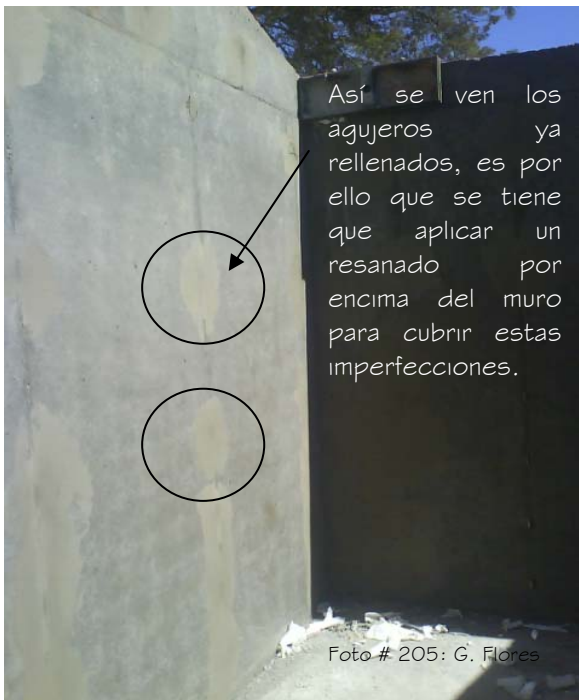
Foto # 202: G. Flores

para proceder aplicar el resanado, el cual consiste en una pasta de cemento que ayuda a dejar lisa la superficie, primero tenemos que sacar las corbatas que ajustan los paneles de la formaleta de los muros.



Foto # 204: G. Flores





La mayoría de muros tanto exteriores como interiores deben quedar completamente trabajados libre de ratoneras y hendiduras.



También deben de tallarse vigas, columnas y dinteles.



Foto # 209: G. Flores



Foto # 211: G. Flores

Las fisuras en su mayoría se presentan en la Culata derecha de la vivienda estas deben ser trabajadas aplicándoles un epoxico y recubriéndolas como se observa en la fotografía de abajo.



Foto # 210: G. Flores



Foto # 212: G. Flores





La fisura que se forma entre la losa de primer nivel y los muros del segundo se le llama Junta fría.

Foto # 213: G. Flores



Foto # 216: G. Flores



Esta junta fría se trabaja como una fisura normal y se resana de igual forma.

Foto # 214: G. Flores



Foto # 217: G. Flores



Esta fisura se da porque no se funde monóticamente entre el primer nivel y el segundo, sino por separados ambos niveles.

Foto # 215: G. Flores



Las viviendas ya resanadas y completamente repelladas, están listas para la entrega en obra gris.

Foto # 218: G. Flores

Cuando las viviendas ya están listas y no les hace falta algún detalle de resane o tallaje se puede empezar con los acabados finales



Foto # 222: G. Flores



Foto # 220: G. Flores

Foto # 219: G. Flores

Entre los primeros acabados que se realizan a la vivienda están las ventanas



Foto # 223: G. Flores



Las ventanas que se instalan pueden ser de PVC o Aluminio

Foto # 221: G. Flores



Foto # 224: G. Flores





La instalación del piso es uno de los rubros que se realizan en corto tiempo, en comparación de otros rubros de acabados.



El piso puede ser cerámico o de granito siempre se necesita torta base para asentarlo. Foto 225, 226, 227: G. Flores



Foto # 228: G. Flores



Foto # 229: G. Flores



Foto # 230: G. Flores



Foto # 231: G. Flores

También los bordillos y elementos decorativos se deben colocar y tallar, para ganar tiempo para la entrega final.



Se deben chequear todas las instalaciones ya que si estuviera alguna oculta por el concreto habrá que trabajarla para que quepa el accesorio que va.



Foto # 232: G. Flores



Foto # 235: G. Flores

Base para los tableros eléctricos



Foto # 233: G. Flores

Si vemos la vivienda ya esta lista para su acabado final.

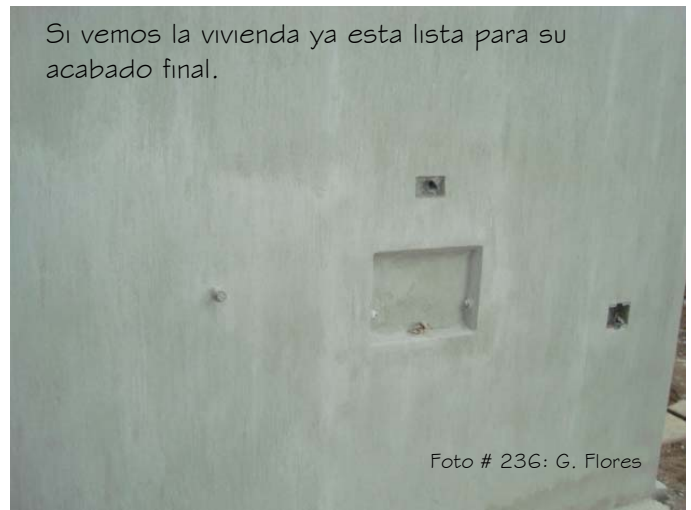


Foto # 236: G. Flores

Candelas para drenajes



Foto # 237: G. Flores



Se deben trabajar muy bien los exteriores ya que estos son los que irán expuestos, y son la primera impresión para el cliente.



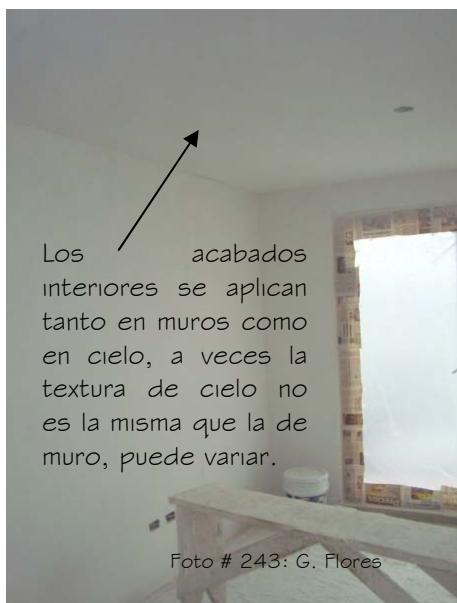
Se instalarán las plafoneras, placas de timbres y detalles como, tejas, remarcos de ventanas, balcones etc., porque la textura es uno de los últimos pasos a dar.



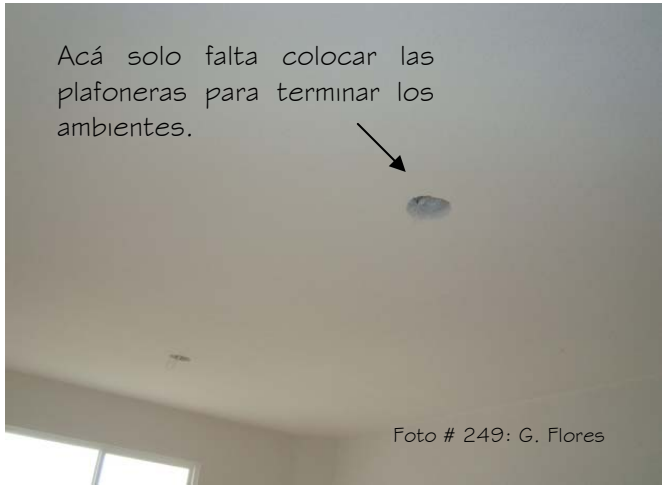
Las juntas de dilatación son elementos constructivos que deben quedar entre viviendas por lógica estructural, estas evitan choques entre paredes en un sismo.

## META 5: ACABADOS FINALES

1. Texturizado de muros y losas
2. Acabados exteriores
3. Fundición de carrileras
4. Cenefas y sillares
5. Impermeabilización y Flashing
6. Poste de Acometida
7. Colocación de grama
8. Limpieza
9. Entrega







El acabado exterior puede ser textura o alguna pintura elastomerica de durabilidad, que proteja la fachada.



Así queda la textura aplicada en los interiores de la vivienda, si vemos al fondo veremos el ángulo a 45° de los ductos de instalaciones.



Foto # 252: G. Flores

La limpieza como una de las últimas actividades del proceso.



Foto # 255: G. Flores



Las carrileras también forman parte de una de las últimas actividades de la terminación final de obra.

Foto # 253: G. Flores



Foto # 256: G. Flores

No se debe olvidar la impermeabilización de la losa final, esto ayuda a contrarrestar posibles filtraciones en el techo, humedades y reposamientos.



Foto # 254: G. Flores



Foto # 257: G. Flores



## VIVIENDAS TERMINADAS



Foto # 258: G. Flores



Foto # 261: G. Flores



Foto # 259: G. Flores



Foto # 262: G. Flores

DE ESTE MODO QUEDAN LAS VIVIENDAS COMPLETAMENTE TERMINADAS.



Foto # 260: G. Flores



Foto # 263 G. Flores



Foto # 264: G. Flores



Foto # 267: G. Flores



Foto # 265: G. Flores



Foto # 268: G. Flores



Foto # 266: G. Flores

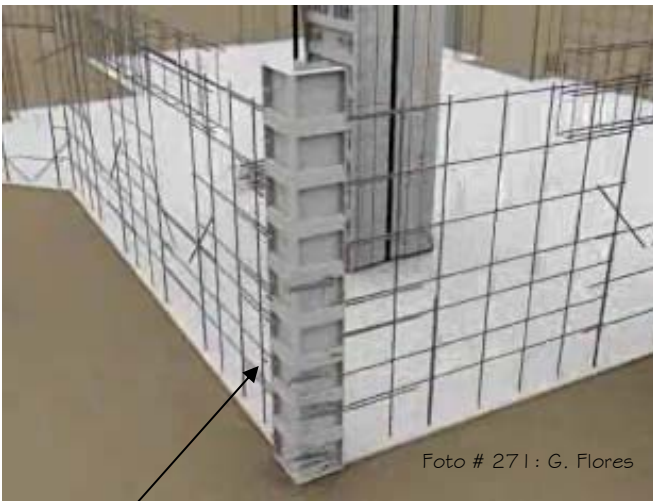


Foto # 269: G. Flores

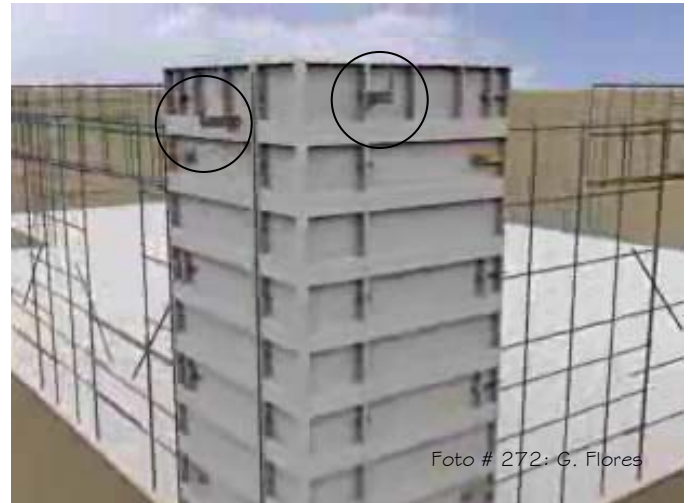
FIN DEL RESUMEN SECUENCIAL DEL PROCESO.

## SECUENCIA DEL PROCESO DE COLOCACION DE LA FORMALETA:

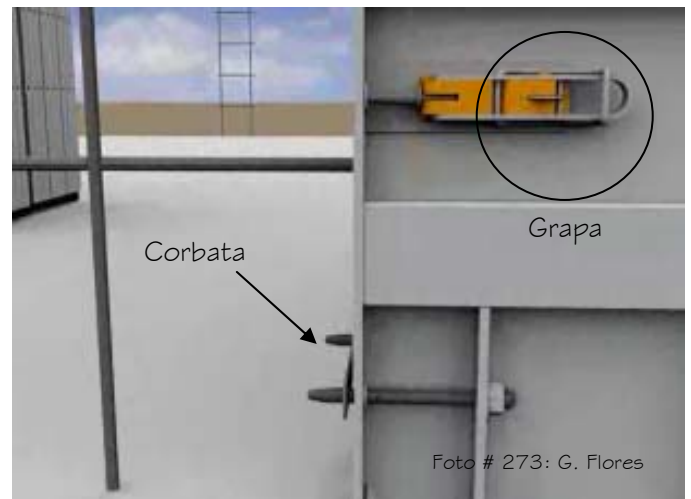
La formaleta se arma con diferentes componentes: paneles de muro, paneles de losa, caps (dinteles), corbatas, cuñas, pasadores, pines, portalineadores, etc., en el siguiente resumen veremos el armado paso a paso.



La formaleta de muro se empieza a colocar del lado lateral derecho de la vivienda, esto para tener un buen cierre cuando ya se termine de colocar todos los paneles



La formaleta va sujeta con las corbatas y las cuñas esto para ajustar los paneles.



En esta fotografía observamos cómo se colocan las corbatas en los paneles, tanto el interior como el panel exterior; en la parte de arriba se observan las grapas que sujetarán fuertemente el panel para que no se mueva en el momento de fundir

---

Fuente: Precise Forms, Kansas, EE.UU., 2008





Foto # 274: G. Flores

Acá observamos en la secuencia como se irán adosando los paneles



Foto # 277: G. Flores



Foto # 275: G. Flores

Colocando el siguiente panel



Foto # 278: G. Flores



Foto # 276: G. Flores

De este modo actúa la grapa ajustando ambos paneles



Foto # 279: G. Flores

Se van colocando todos los paneles alrededor de la vivienda, trabajando conjuntamente con los las intersecciones de los muros internos.



Foto # 280: G. Flores

Para que en los muros no quede desplome o existan otros inconvenientes, la formaleta debe de estar bien identificada, así sabremos donde va cada panel.



Foto # 283: G. Flores

Poco a poco se va armando la vivienda, en este ejemplo de armado de la formaleta sólo se muestra el primer nivel.



Foto # 281: G. Flores



Foto # 284: G. Flores



Foto # 282: G. Flores



Foto # 285: G. Flores





Foto # 287: G. Flores



Foto # 290: G. Flores



Foto # 288: G. Flores



Foto # 291: G. Flores

Cuando la formaleta esté completamente armada y cerrada esta lista para fundir en este ejemplo el techo es artesonado de madera y shingle por ello no se fundirá losa.

Aca se observa cómo la pluma va fundiendo todo el contorno de la vivienda, hasta quedar fundida como se observa abajo.



Foto # 289: G. Flores



Foto # 292: G. Flores

Fuente: Precise Forms, Kansas, EE.UU., 2008



Foto # 293: G. Flores

ISOMETRICO DE LA FORMALETA

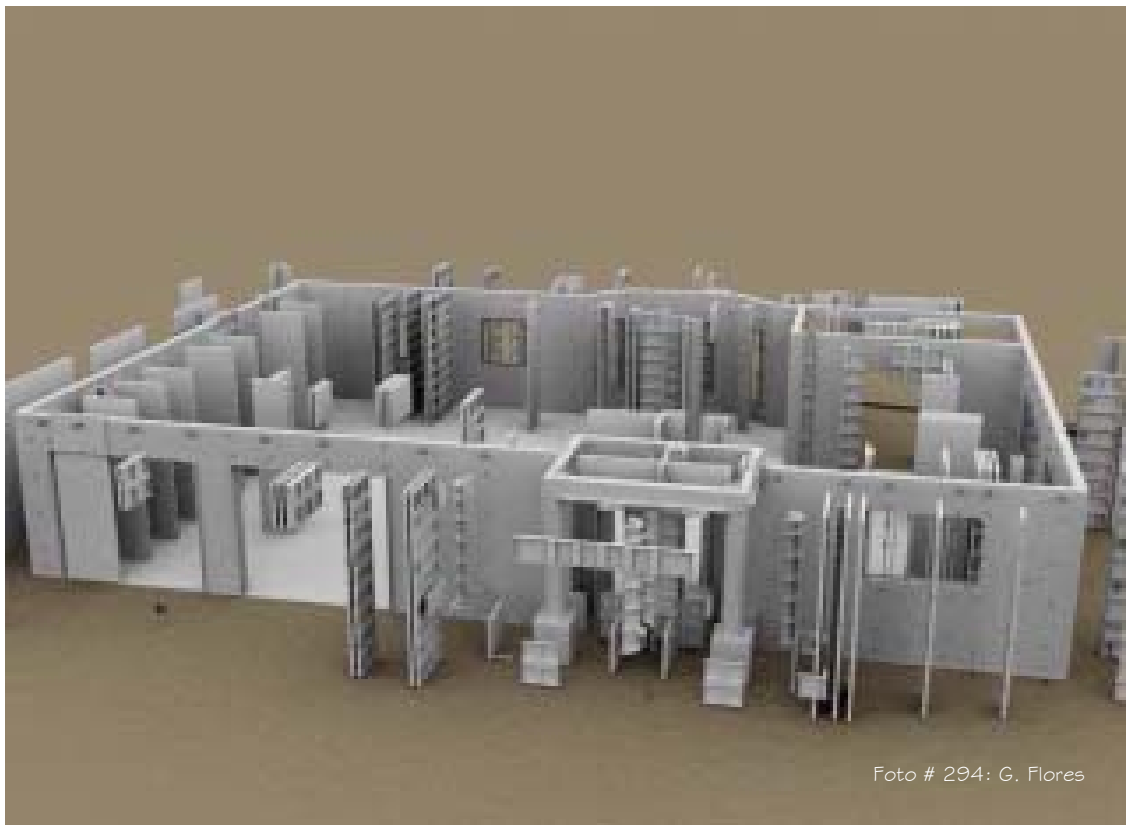
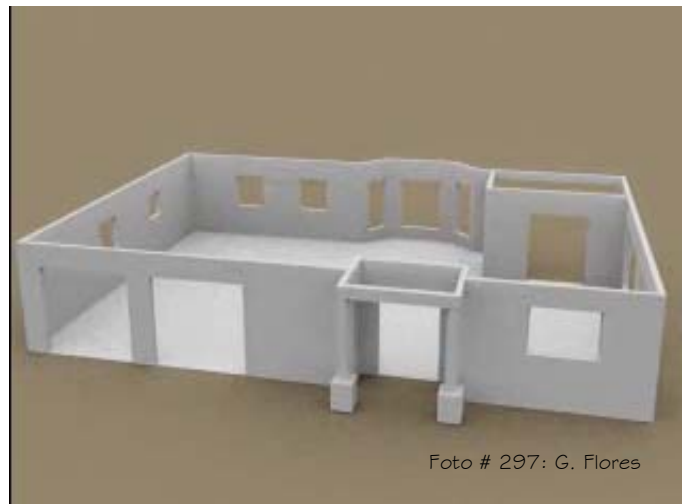


Foto # 294: G. Flores

ISOMETRICO DESFORMALETEADO



Como se observa en la imagen aun se encuentran las corbatas insertas en el muro



Acá la imagen muestra la casa ya con resane

---

Fuente: Precise Forms, Kansas, EE.UU., 2008



Foto # 298: G. Flores



Foto # 299: G. Flores

VIVIENDA TERMINADA





**GRIETAS, CAUSAS Y REPARACIÓN**  
(Contras del Sistema).



#### 46. GRIETAS EN EL CONCRETO: (CONTRAS DEL SISTEMA)

Las Grietas también llamadas fisuras o rajaduras según sea el caso, pueden producirse por asentamientos diferenciales en el terreno causando agrietamientos en el concreto de las viviendas.

Estos asentamientos se dan por una mala cimentación o bien por un suelo que no fue estudiado para soportar determinadas cargas.

Las causas en sí son muy diversas, y su solución depende del grado de importancia y el modo en que afecta la seguridad durante la operación del elemento donde se produjo. No es de igual importancia una grieta en una losa que funciona como elemento masivo para distribución de carga, que una pared sometida a la presión del agua.

Se debe analizar la magnitud del agrietamiento, para determinar si se trata de un efecto superficial o si ha alcanzado una mayor profundidad dentro del elemento.<sup>29</sup>



Foto # 300: G. Flores

<sup>29</sup> Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre 2005, México.

#### 46.1 Principales causas:

Si bien depende del tipo de estructura y su función, existen algunas generales que suelen inducir la formación de grietas en el concreto, como por ejemplo:

a) La temperatura y la retracción por secado; se debe a que el concreto recién colocado o descargado tiene el volumen más grande que debería tener. Conforme fragua se da una tendencia a la retracción que aumenta por el excesivo secado o por un cambio significativo en la temperatura.

Estas diferencias están especialmente presentes en los concretos masivos, por lo que es fundamental controlar la temperatura del concreto colocado y los cambios de la misma durante el endurecimiento posterior. En otras estructuras, es factible controlar el agrietamiento si se previene la ubicación de las grietas mediante juntas de control (inducir la grieta hacia una sisa vertical a lo largo de la pared).

b) Al colar losas, cimientos o muros, en distintos momentos, las velocidades de retracción son diferentes y la restricción en el movimiento de la última, provocada por la losa o cimiento, causa agrietamiento.

c) Las prácticas inadecuadas de curado.

d) Los asentamientos que se producen debido a soportes no uniformes ni continuos en los cimientos, por problemas de suelos expansivos.

e) El diseño y ubicación del acero.

f) Falta de juntas o un inadecuado diseño de las mismas. Lo ideal sería limitar la formación de las grietas, siguiendo buenas prácticas de control y de su

colocación y curado, considerando además:

1. Un estudio de suelos previamente que asegure una capacidad de soporte uniforme.
2. Un concreto colocado a una temperatura adecuada, con un revenimiento moderado que no exceda de 12,5 cm. y sin añadir agua en el lugar de trabajo antes del vaciado.
3. Garantizar la existencia de juntas si es que el elemento lo permite.<sup>29</sup>

#### Otras prácticas convenientes son:

Colocar en forma continua el concreto (con el fin de prevenir juntas frías) y evitar mezclas con exceso de segregación y sangrado para disminuir el revenimiento. Es importante iniciar el curado inmediatamente después del colado, manteniendo los encofrados colocados tanto tiempo como sea posible, pues retirarlos tempranamente podría provocar un secado prematuro de la superficie del concreto y provocar el agrietamiento. En todo caso, al retirar el encofrado deberá procederse de inmediato a aplicar un compuesto curador de membrana o bien mantas de aislamiento, con el fin de prevenir el secado y obtener una mayor durabilidad superficial.



Foto # 301 : G. Flores

En elementos masivos donde el calor de hidratación sea más alto de lo normal, será conveniente utilizar un cemento tipo II, por ejemplo que tiende a minimizar estos efectos debido a su composición.

#### 46.2 REPARACION DE GRIETAS:

En principio se debe definir si la grieta es estable o está en estado activo.

Para reparar grietas estables se puede utilizar técnicas de inyección de epoxicos, selladores elastomericos en seco, (drypacking) o haciendo ranuras y sellando.

Antes de reparar las grietas que muestren filtraciones, es necesario verificar el drenaje al rededor de la estructura y corregirlo, si es que tiene alguna deficiencia.

Antes de proceder a la inyección de algún epoxico, es recomendable limpiar el área, remover el concreto deteriorado y dejar una superficie libre de polvo, grasa y humedad, usando el aire comprimido de ser necesario. Esto aplica a cualquier tipo de producto que se desee utilizar.

Sobre el inyector se coloca la pasta selladora capaz de soportar la presión de inyección sin que se vote. Los inyectores se colocaran a lo largo de la fisura.

La pasta selladora deberá colocarse de manera que no se fugue la resina durante la inyección. Si la fisura atraviesa todo el elemento se deberá colocar inyectores en ambos lados.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre 2005, México.



La aplicación de cualquier epoxico deberá realizarse desde el extremo inferior de la fisura hasta que se observe salir por el siguiente punto. El procedimiento de llenado se hará por cada inyector hasta asegurarse de que todos los espacios hayan sido llenados, manteniendo la presión por varios minutos.

Al menos 24 horas después se verifica que la resina se haya endurecido. Luego se procede a retirar la pasta selladora y los inyectores para limpiar y pulir la superficie.



Fuente: SIKA

La limpieza previa se considera fundamental, no se recomienda realizarla con diluyentes químicos, pues podrían alterar la adherencia del epoxico con el concreto antiguo. Es mejor utilizar un cepillo y en caso necesario agua y aire a presión, para dejar la superficie bien seca.



Fuente: SIKA

### 46.3 UBICACIÓN DE FISURAS:

Se dan fisuras en distintas partes de la vivienda pero muchas son comunes por las características que afrontan:



a) En sillares de ventana y dinteles de ventana o puertas, pueden figurarse a 45° o verticalmente perpendicular a la horizontal del sillar.



Foto # 303: G. Flores

b) En instalaciones de Agua potable, instalaciones de drenajes, de electricidad o instalaciones especiales, en general se figuran a lo largo de la tubería interna.

.29 Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre 2005, México.



Foto # 304: G. Flores

c) También es típico que se dé la fisura entre el entrepiso y los muros del segundo nivel, esto se da porque no está fundido monolíticamente y se produce una junta fría.



Foto # 305: G. Flores

d) Las fisuras en su mayoría no representan un mayor peligro para las estructuras de una vivienda estas se dan por cambios climáticos produciendo un estrés en los muros de concreto haciendo que estos se figuren; las fisuras por las cuales se debe tener mayor control son las fisuras que se den en muros largos de más de 2.80 mt. y que se den a 45°, llamadas fisuras por corte, ya que pueden estar activas por alguna causa mencionada anteriormente.<sup>29</sup>

#### 47. GENERALIDADES DE LAS GRIETAS EN EL CONCRETO:

No es deseable el agrietamiento en muros de concreto, pues puede hacer que parezca inseguro y desagradable y generar debilidad estructural en el concreto.

Se usan refuerzos y juntas para controlar el agrietamiento, también existen agrietamientos muy severos que pueden dejar el refuerzo al aire y la humedad oxidar el refuerzo y dar debilidad al concreto.

Ocurren dos tipos de grietas en el concreto reforzado:

Grietas de pre-fraguado, estas grietas ocurren antes de que el concreto se endurezca. Se forman durante el colado, la compactación y el acabado, causadas por el movimiento del concreto antes de que este seco.

Grietas por endurecimiento, son las grietas que ocurren después del endurecimiento. Pueden ser causadas por la contracción del secado, el movimiento o el asentamiento del suelo, o por colocar en el concreto cargas más pesadas que aquellas diseñadas para ser soportadas.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre 2005, México.

#### 47.1 Clasificación de grietas por el tipo de esfuerzo que las produce:

1. Grietas debidas a esfuerzos de flexión.
2. Grietas debidas a esfuerzo cortante.
3. Grietas debidas a esfuerzos de torsión.

#### 47.2 Clasificación de grietas por su ancho:

- Fisuras: ancho  $< 0.4$  mm.
- Grietas:  $0.4$  diam. ancho  $< 1.0$  mm.
- Fractura:  $1.0$  diam. ancho  $< 5.0$  mm
- Dislocación: ancho  $> 5.0$  mm.

#### 47.3 Clasificación de grietas por su movimiento:

- Grietas muertas: son aquellas cuyo ancho y longitud no varían con el tiempo; es decir, son estables.
- Grietas vivas: son aquellas cuyo ancho y longitud varían con el tiempo, presentando movimiento bajo la acción de cargas, efectos térmicos, sollicitaciones dinámicas, etc. Son grietas inestables.<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre 2005, México.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS  
VIVIENDAS TRADICIONALES  
Vrs  
VIVIENDAS DE CONCRETO



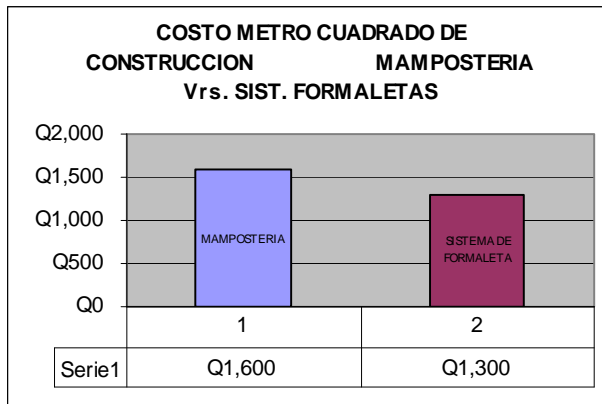


#### 48. COMPARATIVO DE COSTOS:

-Las Formaletas de Aluminio son una herramienta que funciona como un sistema dinámico.

-Se calculan los costos de un sistema industrializado con muros y placas de concreto fundidos monolíticamente con formaleta manoportable de aluminio y se compara con los otros sistemas constructivos, (Mampostería tradicional-Block Mixto).

-Cuantitativamente se demuestra con datos reales y exactos las bondades de construir monolíticamente con concreto.<sup>29</sup>



Grafica # 6: G. Flores

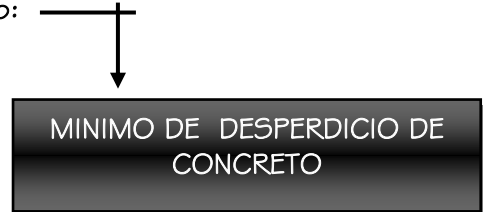
En la gráfica se observa cómo el metro cuadrado de construcción (obra gris) llega a Q 1,600.00 el m<sup>2</sup>, mientras el metro cuadrado de muros de concreto construidos con formaleta tiene un ahorro de Q 300.00.

#### 48.1 VENTAJAS QUE ESTIMAN EL AHORRO

Términos Utilizados:

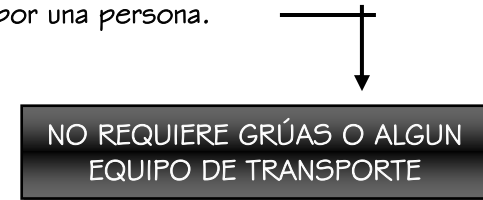
Fundición Monolítica:

Vaciado de Muros y Losa en el mismo momento:



Formaleta Manoportable de Aluminio:

Encofrado muy liviano. Un panel de 240cm. X 90cm. Pesa 42 Kg. y es movido por una persona.



#### 48.2 Otras ventajas:

1. Costo directo de obra Gris
2. Costo por metro cuadrado de área de construcción
3. Ahorro por materiales y mano de obra de cada ítem analizado.
4. Ahorro total obtenido.
5. Porcentaje de incidencia del valor de la formaleta en el costo total de construcción.

<sup>29</sup> Referencia Foro Latinoamericano de la Vivienda de Concreto Versus Viviendas Tradicionales, por Inga. Adriana López, San Salvador, El Salvador, julio 2008.

49. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ESTUDIADOS PARA ANALISIS COMPARATIVO:

-Mampostería de Arcilla (Ladrillo).

-Mampostería Mixta (Block + Concreto)

-Sistema de Formaletas y Fundición en sitio.

**Ejemplo:**

En el comparativo se tomara de muestra la vivienda de Mampostería Block Mixto Vrs Vivienda de Concreto.<sup>29</sup>

Proyecto: Fuentes del Valle, Villa Nueva, Depto. de Guatemala.

Área Construida: 60 m<sup>2</sup>

Equipo: 1 Juego de Formaleta

Moneda: Quetzales

Niveles: 1 Nivel

Espesor de muros: 8cm.

Espesor de Losa: 10 cm.

Cuantía de Acero: 15 Kg. / m<sup>2</sup> de acero

Altura de piso a Entrepiso: 2.60 m.

Concreto: Premezclado + Aditivo

Área de Formaleta: 512 m<sup>2</sup> de aluminio

Uso de Formaleta: # 100

Material	Medida	Costo
Eletromalla 4.5 x 4.5 (muros)	Unidad	Q 280.00
Electromalla 6 x 6 (Losas)	Unidad	Q 210.00
Alquiler de Bomba	M <sup>3</sup>	Q 120.00
Formaleta de Aluminio (Caras Dobles) (\$ 450.00)	M <sup>2</sup>	Q 3,710.00
Concreto	M <sup>3</sup>	Q 900.00

Cambio del dólar: al Octubre 2009

1.00 \$ = Q 8.24

Para estipular el m<sup>2</sup> de construcción con Formaleta se estipularon los siguientes factores:

Costo directo /m <sup>2</sup> Área de construcción	Mampostería Mixta	Sistema Industrializado Formaleta	Ahorro Promedio (Q./ m <sup>2</sup> )
Materiales de Construcción	Q 1,200.00	Q 1000.00	Q 200.00
Mano de Obra	Q 400.00	Q 300.00	Q 100.00
<b>Costo Total (Costos Directos +Administración de Obra)</b>	<b>Q 1,600.00</b>	<b>Q 1,300.00</b>	<b>Q 300.00</b>

Comparativo de costo de construcción en Venta-Área Construida Total	Mampostería Mixta	Sistema Industrializado Formaleta	Ahorro (Q./ m <sup>2</sup> )
Valor de Juego de Formaleta+ Mantenimiento	Q 0.00	Q 400,000.00	-Q 400.000.00
Materiales de Cimentación	Q 10,223.05	Q 8,980.31	Q 1,242.74
Mano de Obra de cimentación	Q 3,000.64	Q 2,3 . 2430	Q 676.34

Materiales de Levantado y Estructura	Q 33,327.64	Q 25,983.41	Q 7,344.23
Mano de obra de Levantado y Estructura	Q 10,549.77	Q 8,900.00	Q 1,649.77
Materiales Cubierta	Q 7,699.40	Q 6,632.16	Q 1,067.24
Mano de obra de Cubierta	Q 2,090.80	Q 1,779.84	Q 310.96
Materiales terminación de Obra Gris	Q 840.00	Q 600.00	Q 240.00
Mano de Obra terminación de Obra Gris	Q 2,140.87	Q 1,230.30	Q 910.57
Materiales de Resane o Repello	Q 4,750.59	Q 2,540.40	Q 2,210.19
Mano de obra de Resane o Repello	Q 3,688.74	Q 1,800.00	Q 1,888.74
Limpieza Final	Q 120.00	Q 50.00	Q 70.00
Acabados de Obra	Q 18,000.00	Q 15,610.72	Q 2,389.28

Costo Total por vivienda	Q 96,431.50	Q 76,431.44	Q 20,000.06
Costo por m <sup>2</sup> de Área Construida	Q 1,600.00	Q 1,300.00	Q 300.00
Ahorro Total por vivienda			Q 20,238.06
Ahorro por m <sup>2</sup> de Área Construida			Q 20.00
Volumen de Concreto/Vivienda-Molde(m <sup>3</sup> )			Q 30.00
Rendimiento de m <sup>3</sup> de Concreto /m <sup>2</sup> Área Construida			0.25

OBSERVACIÓN: TODOS LOS CÁLCULOS SE REALIZARON CON VIVIENDAS EN SERIE TANTO EN BLOCK MIXTO (PROYECTO: RESIDENCIALES LOS TANQUES, SAN JOSÉ, VILLA NUEVA) y COMO VIVIENDA FUNDIDA DE CONCRETO CON MOLDES DE FORMALETA (PROYECTO FUENTES DEL VALLE IV, ZONA 4, VILLA NUEVA).

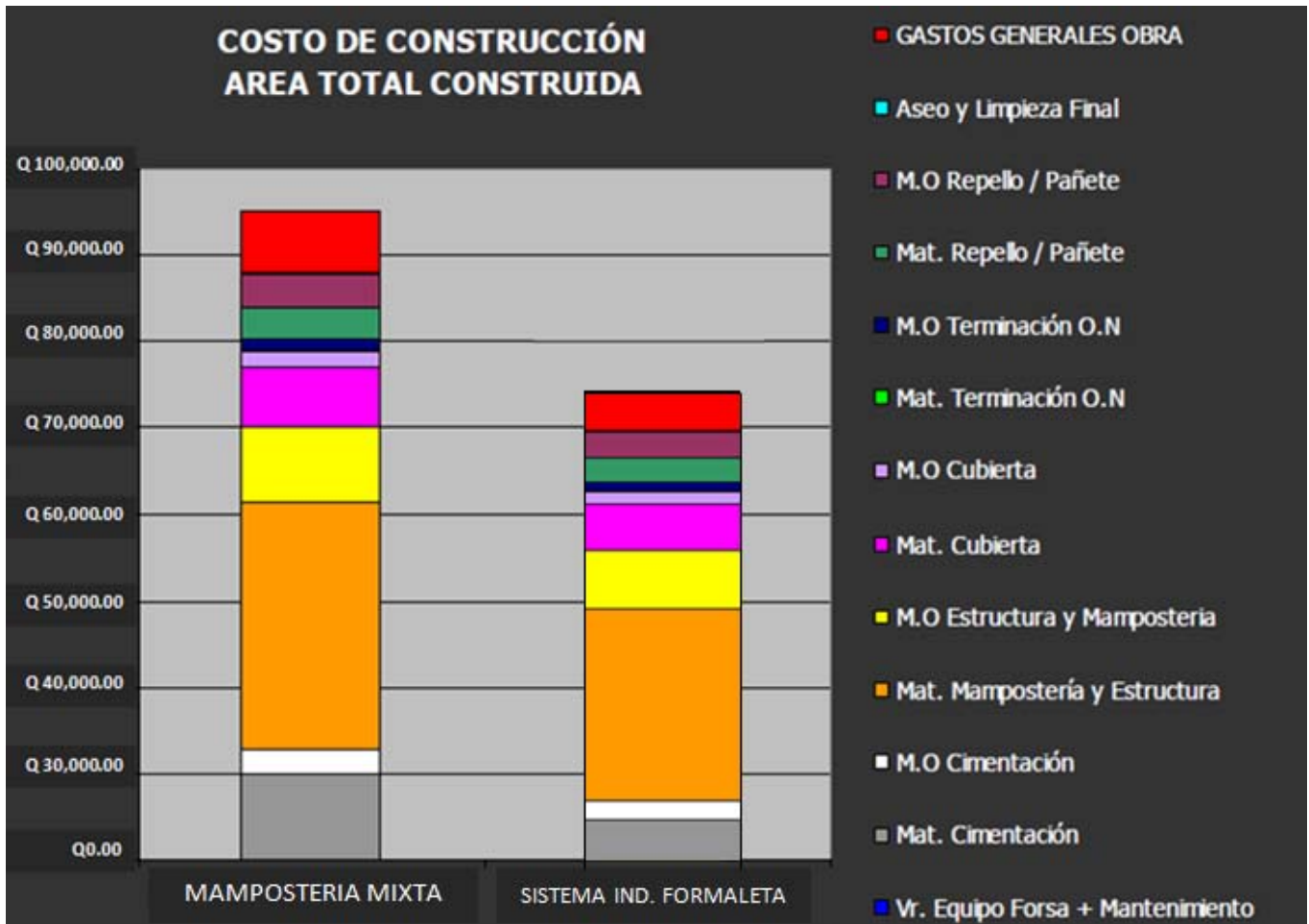
**AHORRO: 24.26%**

Tabla # 6: G. Flores

Tabla # 5: G. Flores

GRÁFICA:

**AHORRO: 24.26%**



Grafica # 7: G. Flores

INCIDENCIAS DE PORCENTAJES	SOBRE COSTO DIRECTO	
	MAMPOSTERÍA MIXTA	SISTEMA IND. DE FORMALETA



COSTO DIRECTO-RENGLONES ANALIZADOS	96,431.50	76,431.44
Juego de Formaleta +Mantenimiento	0.00%	7.12%
Materiales de Cimentación	13.21%	13.63%
M.O. Cimentación	3.78%	3.00%
Mat. Mampostería y Estructura	38.24%	41.13%
M.O. Mampostería y Estructura	11.54%	13.54%
Mat. Cubierta	9.07%	9.27%
M.O. Cubierta	2.55%	3.09%
Mat. Terminación Obra Gris	0.44%	0.32%
M.O. terminación de Obra Gris	1.54%	1.05%
Material de Resane o Repello	5.06%	1.14%
Mano de Obra de Resane o Repello	4.98%	0.82
Limpieza Final	0.16%	0.04%
Acabados	9.41%	5.86%
<b>Total de %</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

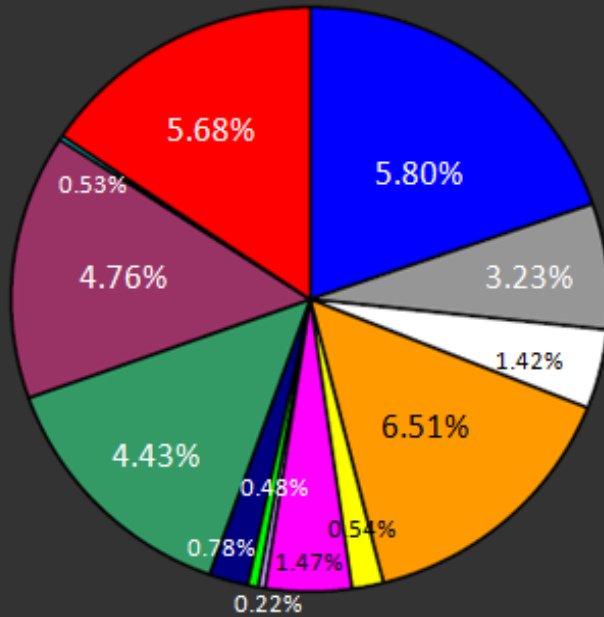
COSTO DIRECTO- RENGLOES ANALIZADOS	TOTAL EN AHORRO
Juego de Formaleta +Mantenimiento	-5.80%
Materiales de Cimentación	3.23%
M.O. Cimentación	1.42%
Mat. Mampostería y Estructura	6.51%
M.O. Mampostería y Estructura	0.54%
Mat. Cubierta	1.47%
M.O. Cubierta	0.22%
Mat. Terminación Obra Gris	0.48%
M.O. terminación de Obra Gris	0.78%
Material de Resane o Repello	4.43%
Mano de Obra de Resane o Repello	4.76%
Limpieza Final	0.53%
Acabados	5.68%
<b>TOTAL</b>	<b>.2425%</b>

Tabla # 8: G. Flores

Tabla # 9: G. Flores

**AHORRO: 24.26%**

## INCIDENCIA DE VALORES ABSOLUTOS DE AHORRO



- Equipo Forsa +Mantenimiento
- Mat. Cimentación
- M.O Cimentación
- Mat. Mampostería y Estructura
- M.O Estructura y Mamposteria
- Mat. Cubierta
- M.O Cubierta
- Mat. Terminación OG
- M.O Terminación O.G
- Mat. Repello
- M.O Repello
- Aseo y Limpieza Final
- Acabados

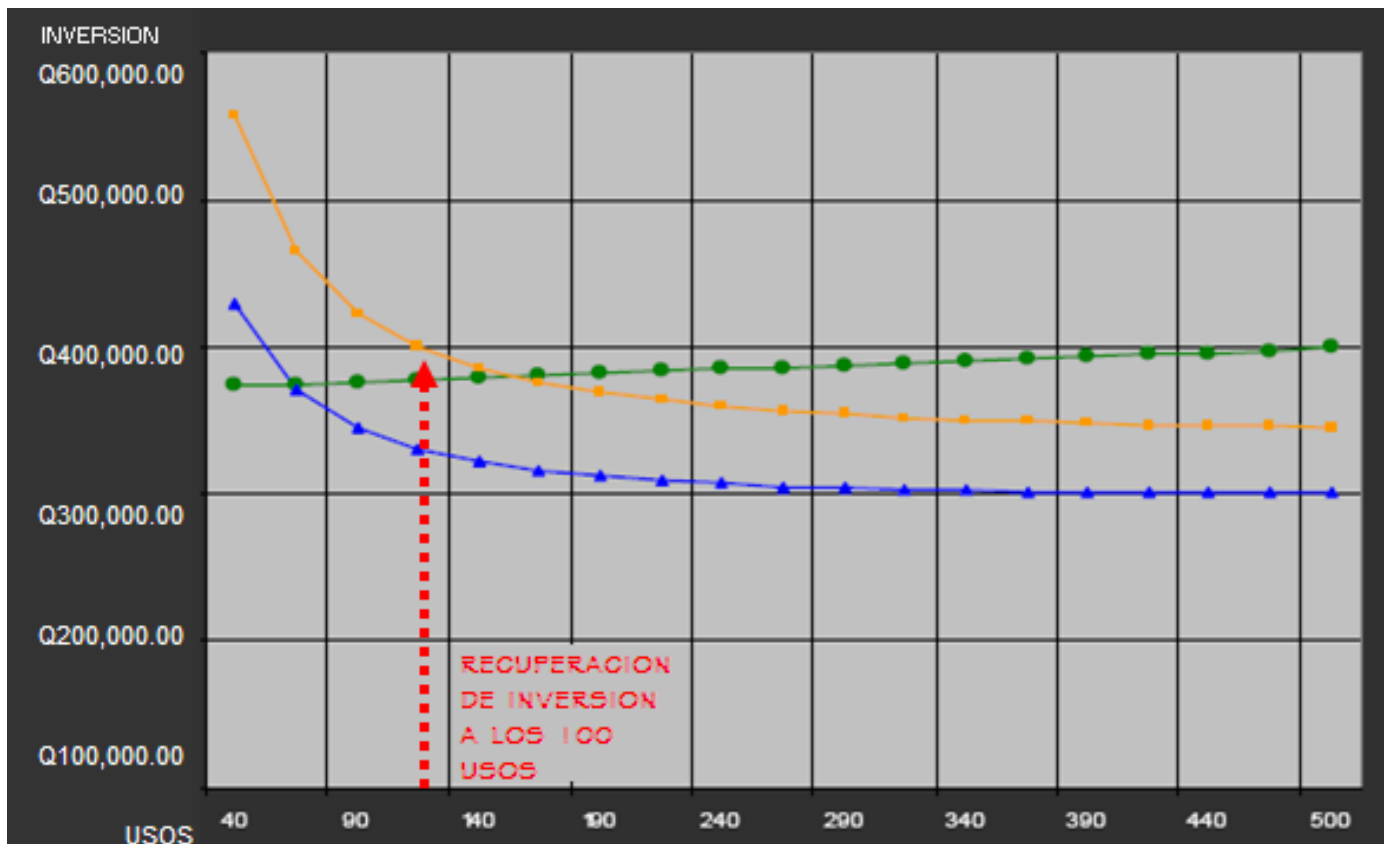
En la gráfica se muestran los porcentajes de ahorro que inciden en cada rubro de los procesos constructivos, en lo respecta a mampostería existe un porcentaje mayor, donde se ahorra la colocación de piezas por una uníformaleta para la fundición de un muro completo, esto quiere decir que se está cambiando un muro de 0.15 mt. Conformado por bloques, a un muro de concreto de 0.08 mt. Completamente sólido.



Foto # 306 y 307: por G. Flores (Proyecto Fuentes del Valle).



## PUNTO DE EQUILIBRIO



Gráfica # 9: G. Flores

● MAMPOSTERIA MIXTA

■ FORMALETA (SIN VALOR RESIDUAL)

▲ FORMALETA (CON VALOR RESIDUAL)

La gráfica se realizó en el uso # 100 punto de equilibrio donde la formaleta de 60 m<sup>2</sup> de una vivienda de un nivel (dúplex, para fundición par e impar), muestra que se ha recuperado la inversión de la compra. Al decir valor residual se refiere a que podemos utilizar la formaleta hasta 2,000 usos, si se le da mantenimiento constante, las formaletas sin valor residual solo aseguran de 500 a 700 usos, aun si se le da mantenimiento constante, lo cual lleva a la renovación de un equipo de formaleta.

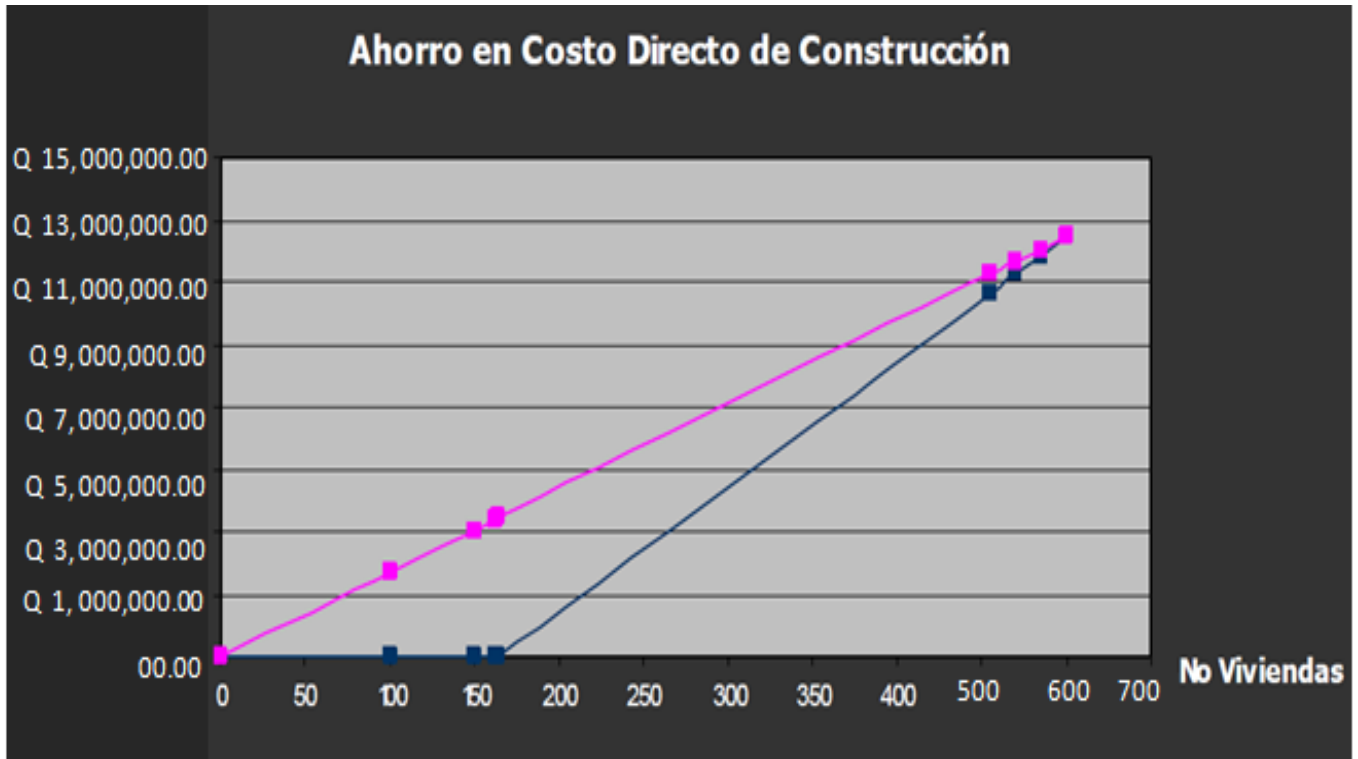
Es por ello que se debe realizar la compra de una formaleta de buena marca que de garantía y capacitación para la vida útil de la misma, la mayoría de proveedores aseguran 1,000 usos, con el trabajo de formaletas de Aluminio.

Nº de Uso / Nº Vivienda que corresponde a Punto de indiferencia sin valor de Salvamento	200
Cantidad de viviendas donde ya se ha pagado el equipo y se obtiene ahorro por m <sup>2</sup> construido	337
Ahorro total por vivienda	Q 20,238.06
Ahorro por vivienda una vez alcanzado el punto de indiferencia	Q 6,071.41
Ahorro por m <sup>2</sup> de Área Construida una vez alcanza el punto de Indiferencia	Q 28.16

Factor de Costo Directo 1.30

Tabla #10: G. Flores

.29 Referencia Foro Latinoamericano de la Vivienda de Concreto Versus Viviendas Tradicionales, por Inga. Adnana López, San Salvador, El Salvador, julio 2008.



Grafica # 10: G. Flores

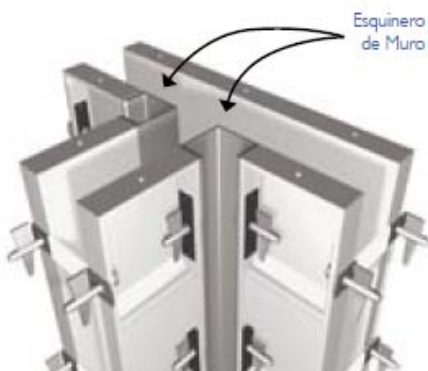
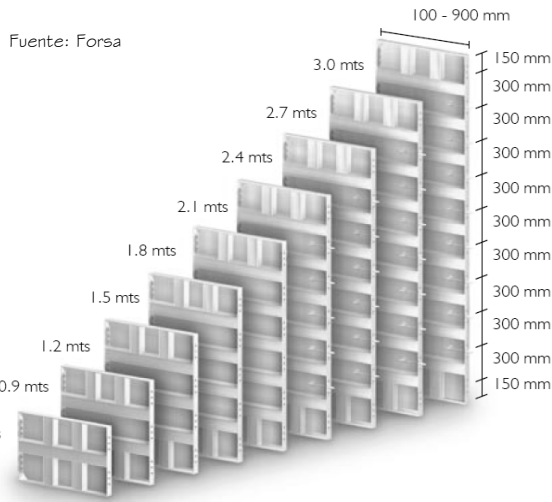
Se estipuló un rango de 700 viviendas para efectuar una estimación del ahorro aproximado que tendría el promotor cuando tenga esa cantidad de viviendas fundidas, esto significa que la formaleta de Aluminio es rentable en la venta de viviendas de concreto.

.29 Referencia Foro Latinoamericano de la Vivienda de Concreto Versus Viviendas Tradicionales, por Inga. Adriana López, San Salvador, El Salvador, julio2008.

## 50. DURABILIDAD DE LAS FORMALETAS

La durabilidad de las Formaletas, ha sido evaluada a nivel teórico y práctico, por este motivo, si se cumple con las normas de mantenimiento recomendadas por nuestros técnicos y explicadas en este manual, el juego de formaleta puede durar

Tipos de Formaleta: de muro-losa, tapa muro, Dintel-Cap, Culata. Si mantenimiento en cuanto el aseo, y manipuleo es el adecuado en obra, estos elementos resisten mucho más de 1,200 usos.

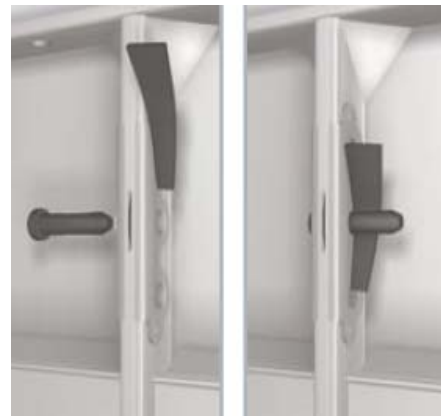


**50.1 Esquineros de muro:** Si el mantenimiento en cuanto a aseo, manipuleo y trato normal en obra es el adecuado resiste mucho más que 1200 usos.

**Esquineros de Losa:** esta pieza es muy vulnerable y por los trabajos de desencofre muchas veces es maltratada, es necesario revisarla cada 250 usos, para chequear que no haya fisuras o desviaciones en su ángulo.



**50.2 Pasadores:** Por ser fabricados en acero de alta resistencia y con temple adecuado, soportan más de 1,000 usos.



Fuente: Forsa





**50.3 Pasadores Grapa:** pieza elaborada con acero 1070 templado, con unas condiciones mecánicas ideales para soportar las más exigentes condiciones de trabajo. Por su particular trabajo se recomienda se revise su nivel de ajuste cada 250 usos y de dependiendo de su ajuste estos se deben cambiar o reajustar cerrándolos un poco con una prensa mecánica o de banco.



Fuente: Forsa



Fuente: Forsa

**50.4 Cuñas:** Por estar sometidas a un fuerte desgaste, se recomienda revisarlas cada 1000 usos y verificar su estado, si no ajusta bien con el pasador, se deben cambiar.



Fuente: Forsa

**50.5 Corbatas:** se deben revisar cada 250 usos, verificando que no se hayan deformado los agujeros, se deben reemplazar las que estén en mal estado, pues de lo contrario se incrementará el espesor del muro.

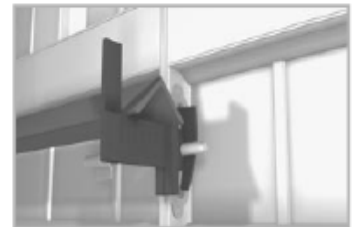
**50.6 Porta alineadores:** estos elementos no son sometidos a grandes esfuerzos de trabajo, sin embargo deben ser revisados cada 250 usos para comprobar su estado y alineamiento.

Hay tres tipos de porta-alineador: Horizontal, Vertical y grapa candado. <sup>17</sup>

**Portalineador Horizontal**



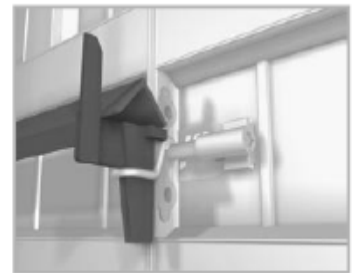
Este diseño se utiliza en las formaletas de muro que se sujetan entre sí con pin fecha o pasador y cuña.



**Portalineador Grapacandado**



Este diseño se utiliza en formaletas cuya sujeción se efectúa con grapacandado.



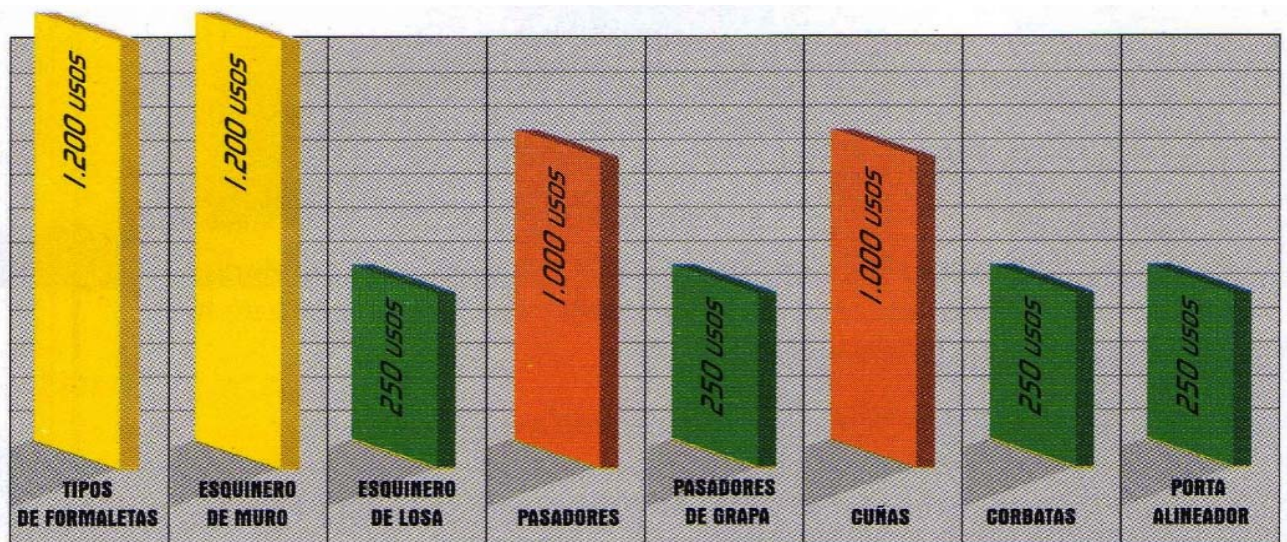
**Portalineador Vertical**

El portalineador vertical se utiliza para efectuar la alineación vertical en fachadas, entre paneles de muro y culatas o frontones que lo requieran por su altura. Se fijan a los paneles de muro con pasador y cuña.



17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

En la gráfica se muestra las cantidades de usos que se puede utilizar cada molde, luego de estos usos estipulados se deberá revisar cada pieza del juego de formaleta para mantener un estricto control de calidad en las viviendas, de ese modo mantener a plomo los muros, en obra gris un mejor acabado, menos incidencia en ratoneras y desmoronamiento en el desmoldado.<sup>17</sup>

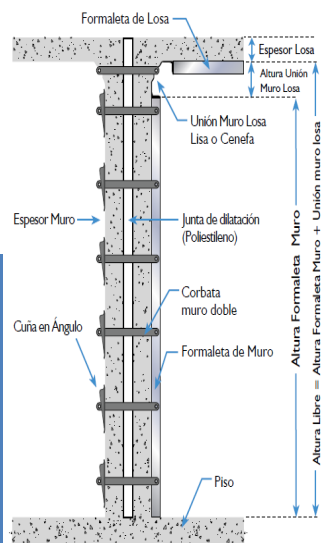


LA GRÁFICA MUESTRA LOS USOS ESTIMADOS DE LAS FORMALETAS SI SE LES DA UN MANTENIMIENTO ADECUADO.

Gráfica # 11: Forsa

17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.

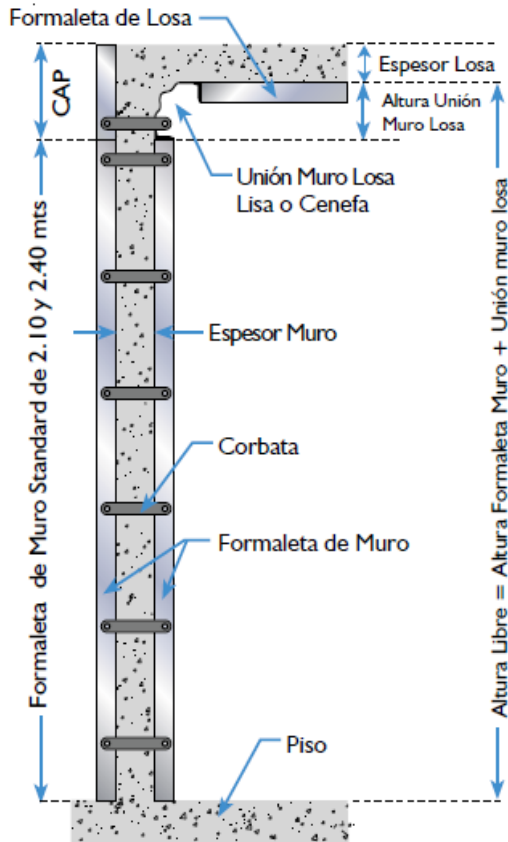




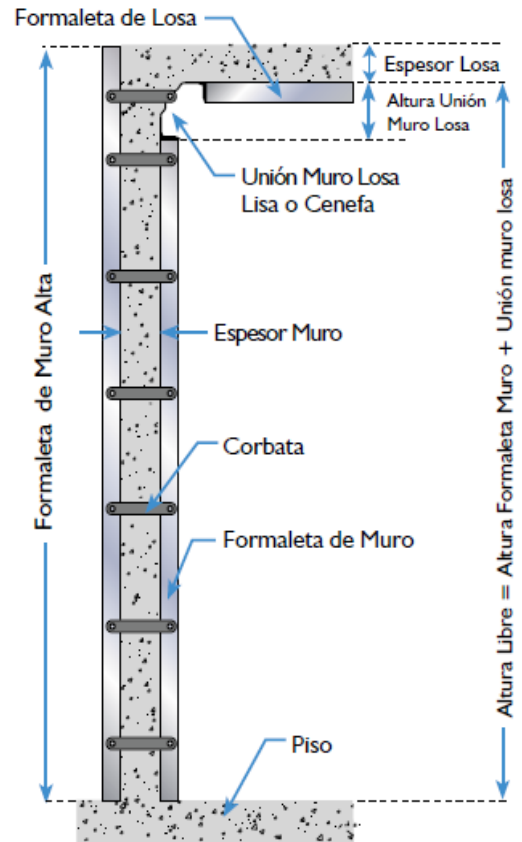




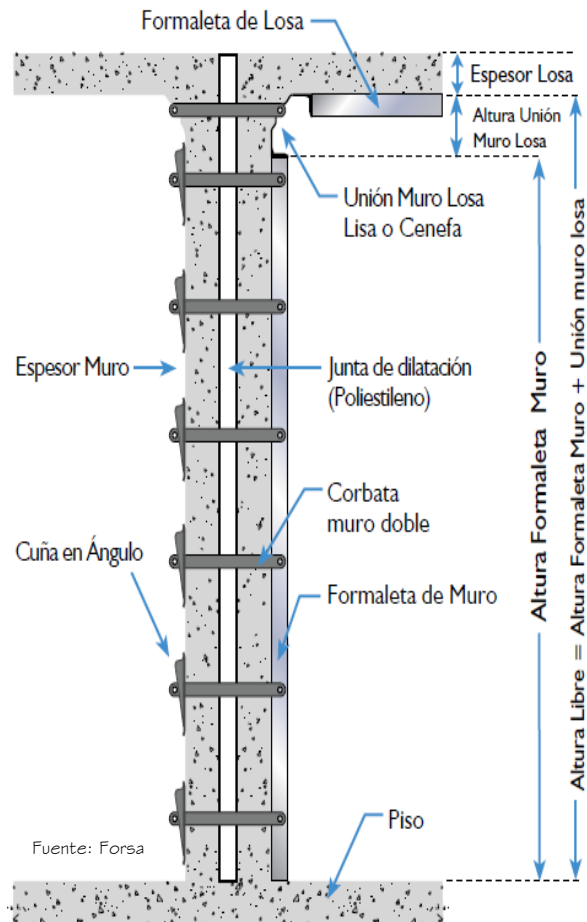
## 5.1. DETALLES CONSTRUCTIVOS:



Fuente: Forsa

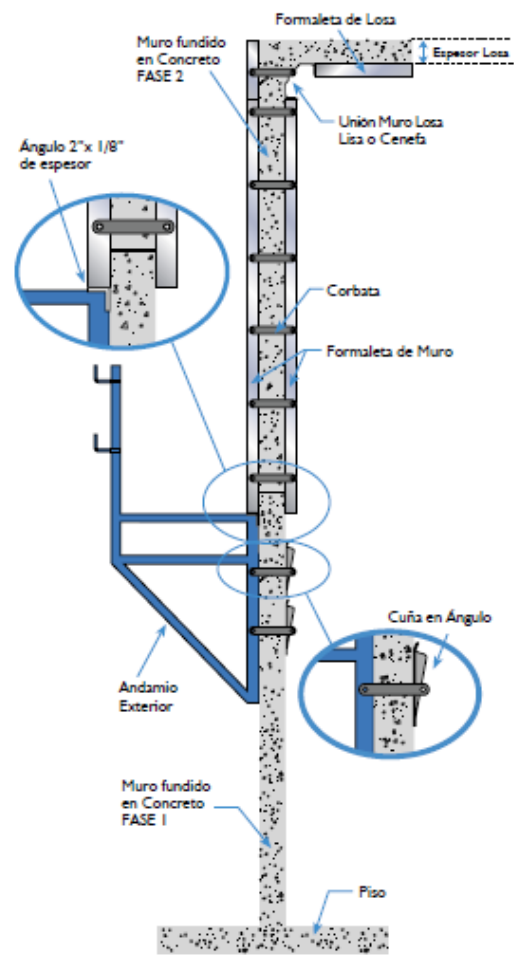
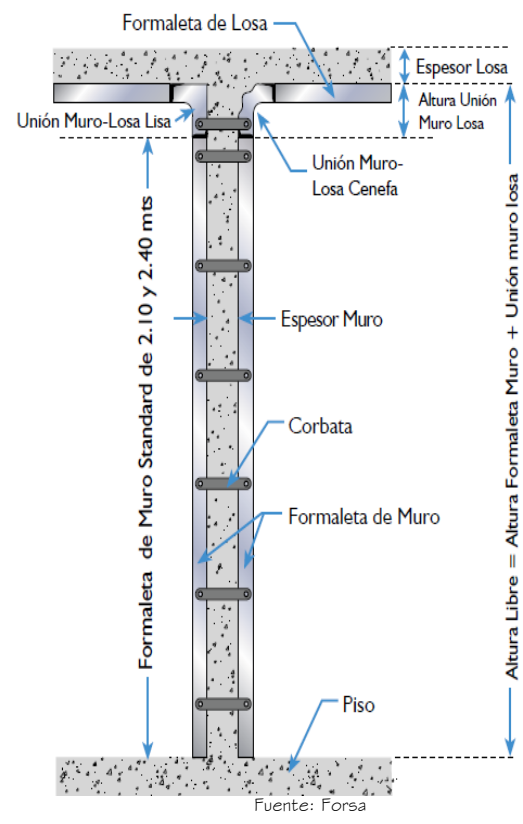
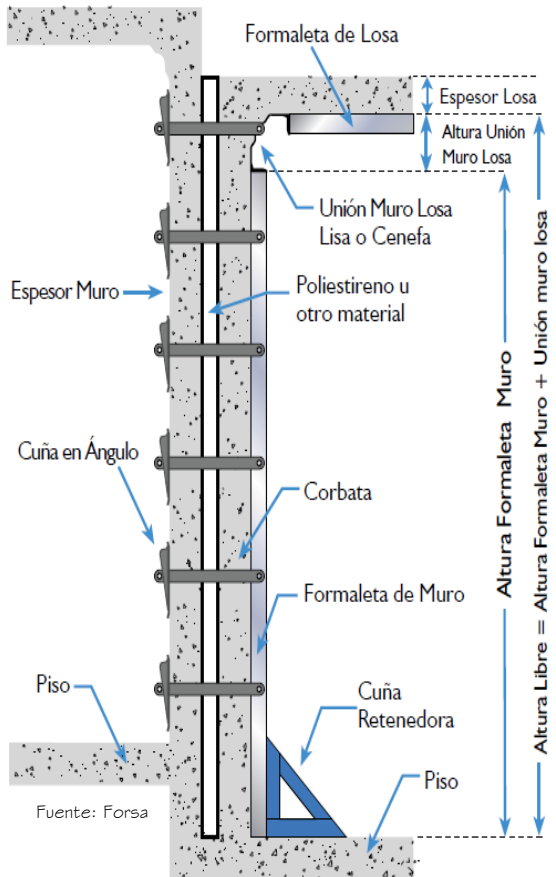


Fuente: Forsa



Fuente: Forsa

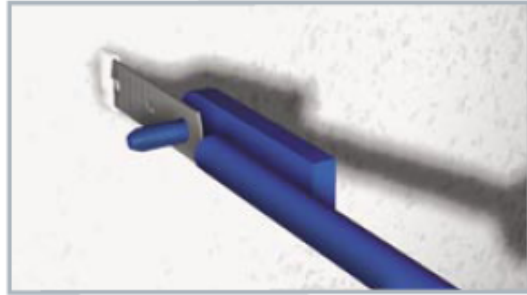
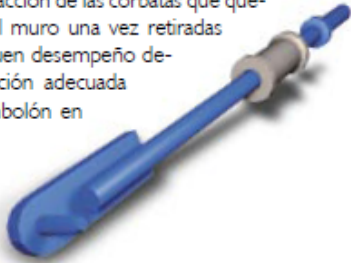
17. Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA), Colombia, 2003.



## 52. Herramientas:

### Sacacorbatas

Se utiliza para la extracción de las corbatas que quedan insertadas en el muro una vez retiradas las formaletas. Su buen desempeño depende de la instalación adecuada de la funda de yumbolón en la corbata.



### Sacapanel

Se utiliza para facilitar el desencofre de las formaletas de muro.



### Barreta Niveladora

Se utiliza para levantar y alinear una formaleta con otra.



### Sacagrapa

Herramienta utilizada para el retiro de pin grapas y grapa-candados.



Fuente: Forsa



SEGURIDAD EN LA OBRA





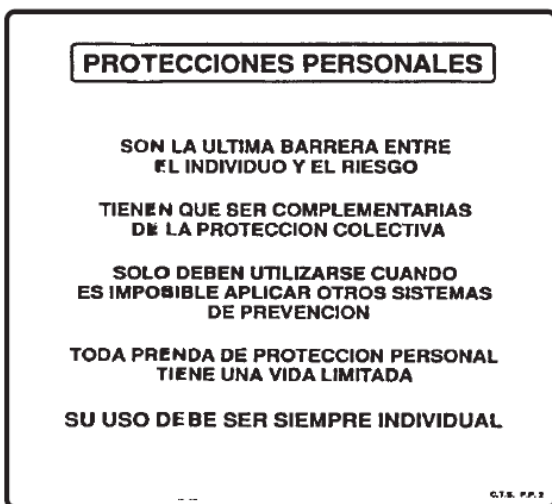
## 58. SEGURIDAD EN LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN:

La Industria de la Construcción se caracteriza, en el mundo, por una elevada tasa de accidentes con sus correspondientes costos sociales y económicos.

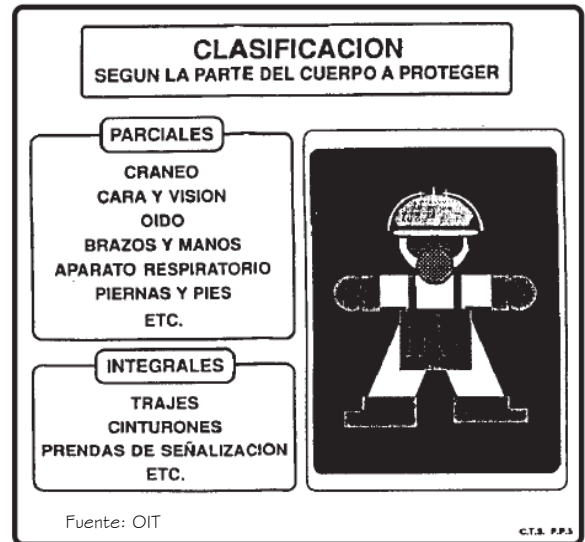
Muchos trabajadores sufren de incapacidades permanentes y otros mueren a causa de los riesgos existentes en las obras en construcción. Sin dejar de lado las actividades que llevan a cabo los actores sociales desde sus ámbitos naturales, la formación surge como una alternativa válida, así como una herramienta fundamental de adquisición de conocimientos y nuevas actitudes, tendientes a evitar los riesgos existentes en las obras en construcción

La protección personal es la técnica que tiene por objeto proteger a un trabajador o un número reducido de ellos de un daño específico, consecuencia de su actividad laboral.

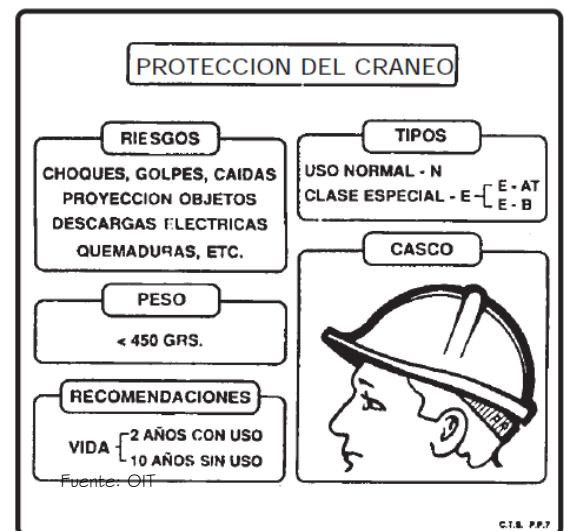
Las prendas de protección personal pueden clasificarse desde dos criterios pero son complementarias. Según la parte del cuerpo a proteger y según el tipo de riesgo.



Fuente: OIT



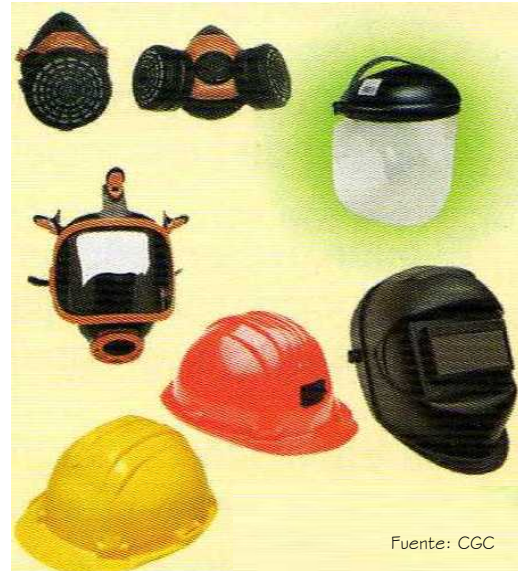
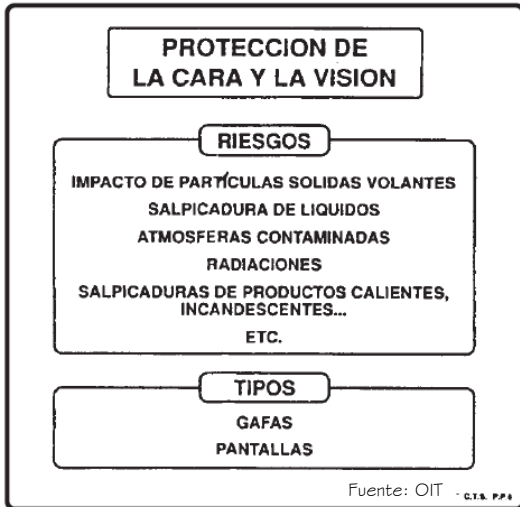
### 58.1 Protección del cráneo



### 58.2 Protección de la cara y la visión:

Muy importante también y relevante la protección de cara y los ojos, según el químico con que se trabaje también es necesario adecuar mascarillas con respiraderos para proteger las fosas nasales y la piel.

23. Manual para delegados de obra en Seguridad e Higiene, Organización Internacional del Trabajo, OIT, 1998, Montevideo, Uruguay. Gto Tomo.



### 58.3 SUSTANCIAS CANCERÍGENAS:

Para trabajar con sustancias que pueden causar cáncer, es necesario tomar medidas estrictas que eviten que puedan ingresar al respirar (inhalación), o tener contacto directo con la piel. Sustancias cancerígenas que pueden usarse en las obras son:

Asfalto bituminoso, alquitrán, brea, fibras de amianto, petróleos densos, determinados disolventes aromáticos.

### 58.4 Ruido y vibraciones

En general el ruido y las vibraciones son dos riesgos que suelen presentarse en forma conjunta.

Se deberían considerar cambios y mejoras en las máquinas y procedimientos:

- Sustituir las perforadoras y martillos neumáticos por martillos hidráulicos y electro neumáticos.

- Prever dispositivos de accionamiento y control remoto para vibradores, martillos neumáticos y perforadores.

23. Manual para delegados de obra en Seguridad e Higiene, Organización Internacional del Trabajo, OIT, 1998, Montevideo, Uruguay. Gto Tomo.

- Prever aislamiento acústico y mejorar el diseño en descargas de aire comprimido, las fresas, las hojas cortantes y los escapes de motores de combustión interna.

- Mejorar los medios de agarrar (asir), empuñar y manejar las herramientas manuales con el fin de reducir los efectos de las vibraciones.

Hasta no alcanzar estas mejoras, hay que mantener el uso de protectores auditivos y de guantes de protección apropiados para reducir el efecto negativo de las vibraciones.



Fuente: CGC

### 58.5 Protección de los pies:

**PROTECCION DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES CALZADO**

**FRENTE A RIESGOS MECANICOS**  
(SANDALIA, ZAPATO Y BOTAS)

- CON PUNTERAS
- CON PLANTILLA O SUELA DE SEGURIDAD
- CON PUNTERA Y PLANTILLA O SUELA DE SEGURIDAD

**IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD**

**FRENTE A AGRESIVOS QUIMICOS**

**FRENTE A RIESGOS DE ORIGEN ELECTRICO**

**FRENTE A RIESGOS DE ORIGEN TERMICO**  
(BAJA O ALTA TEMPERATURA)

Fuente: OIT C.T.S. S.M.I.

### COMPONENTES IDEALES DE LAS BOTAS DE TRABAJO:



Fuente: Grupo COBÁN

1. Suela de hule natural con alta resistencia a la abrasión y a la flexión. 2. Plantilla de Armado de celulosa que impide la formación de hongos y bacterias. 3. Entreplantilla de materiales no tejidos con soporte en látex expandido que brinda mayor confort y absorción de impacto. 4. Talonera termoplástica para mantener la temperatura del pie. 5. Forro Smartec Air. Material exclusivo de Grupo Cobán que controla la transpiración, no absorbe malos olores y se seca rápido. 6. Forro de parte delantera con algodón para conservar la respiración del pie. 7. Ojetes y Ganchos elaborados con latón tratado para evitar oxidaciones prematuras. 8. Corte o Capellada. Es la cubierta exterior producida completamente en piel, evita la formación de hongos y bacterias. 9. Punta de acero de protección con certificación internacional.



### Botas impermeables aislantes de electricidad

- Punta especial
- Protección extra a impactos y perforaciones
- Resistente a ácidos, aceites e hidrocarburos
- Gran agarre y antideslizantes
- Cómodas y resistentes

Fuente: CGC

### Zapatos

- Punta Plástica
- Super ligera
- Anti impactos
- No conductor de elasticidad



Fuente: CGC

23. Manual para delegados de obra en Seguridad e Higiene, Organización Internacional del Trabajo, OIT, 1998, Montevideo, Uruguay. Gto Tomo.



## 58.6 Protección Eléctrica

La corriente continua produce calentamiento, con efectos a largo plazo, pudiendo llegar a producir alteraciones en la sangre (electrólisis), que tienen como riesgo que se formen como tapones que no dejan llegar la sangre a donde la necesitamos (embolia).

<b>EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA</b> ALTERNA - ALTA FRECUENCIA  QUEMADURAS TRASTORNOS INTERNOS MALESTAR GENERAL
<b>EFFECTOS DE LA CORRIENTE CONTINUA</b>  ELECTROLISIS DE LA SANGRE (EMBOLIA)

Fuente: OIT C.T.S.A. 23

### 58.7 Riesgo eléctrico:

Cuando se comienza a sentir el paso de la corriente eléctrica por nuestro cuerpo, es cuando pasamos el umbral de percepción. Sentimos entonces:






- En corriente continua, un ligero calor.
- En corriente alterna, un ligero hormigueo.

Cuando comienza a pasar más corriente, aumenta su intensidad, el calor y el hormigueo aumentan, aparecen contracciones musculares y finalmente no podemos soltar el conductor.

La intensidad límite que podemos soportar es hasta cuando usando los músculos estimulados por la corriente, aún podemos soltar el conductor. La corriente alterna, según su intensidad, puede causar trastornos en el corazón produciendo una fibrilación cardiaca.

El corazón, que también es un músculo no se contrae como lo hace habitualmente, la corriente lo altera y deja de cumplir su función de bombear sangre. Asimismo, puede afectar el sistema respiratorio, produciendo paro cardio-respiratorio.

También puede producir efectos indirectos, como quemaduras superficiales o internas, problemas en los riñones y trastornos en los ojos.

<b>EFFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD</b> CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA			
I	EFECTO	MOTIVO	$I = \frac{V}{R}$
1 a 3 mA	PERCEPCION	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro	
3 a 10 mA	ELECTRIZACION	El paso de la corriente produce movimientos reflejos	
10 mA	TETANIZACION	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamientos, etc.	
25 mA	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro	
25 a 30 mA	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el tórax	
60 a 75 mA	FIBRILACION VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón	

Fuente: OIT C.T.S.A. 23

### A MODO DE REFLEXIÓN:

*Debe tenerse presente también como un riesgo que existe, el consumo de alcohol y otras drogas, entre ellas los psicofármacos, que disminuyen la capacidad de atención y la rapidez de reflejos, lo cual ocasiona no sólo el daño a la salud de quien lo consume, sino que pone en riesgo al resto de los trabajadores en la obra.*

23. Manual para delegados de obra en Seguridad e Higiene, Organización Internacional del Trabajo, OIT, 1998, Montevideo, Uruguay. Gto Tomo.



GLOSARIO





## 59. GLOSARIO:

- **Aditivo:** son productos químicos que se dosifican en baja proporción en el concreto, para modificar alguna de sus propiedades.
- **Agregados:** Son grava y arena que se extraen de canteras y se usan para dar al concreto premezclado el volumen necesario e incrementar su resistencia.
- **Cemento Pórtland:** Cemento hidráulico producido con clinker Pórtland y yeso natural.



Planta de cements Progreso, El progreso, Guatemala, Foto #308: Topbrands, Cementos Progreso.

- **Cimientos:** Estructura de mampostería o concreto armado que soporta y reparte el peso de la casa en forma uniforme.
- **Colado:** Acción de vaciar el concreto fresco en la cimbra o molde.
- **Concreto:** Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua.
- **Concreto Armado:** Concreto con acero de refuerzo destinado para elementos estructurales (trabes, losas, columnas, etc.). El armado le proporciona al concreto mayor resistencia a la tensión.

- **Concreto Premezclado:** Este concreto se dosifica y se mezcla fuera del sitio de la obra y se entrega en el área de construcción en estado fresco y sin

endurecer. El concreto premezclado es un producto compuesto básicamente por cemento, pedrín, arena, agua y aditivos químicos, para mejorar propiedades, están clasificados en categorías, es transportado a través de una manguera o tubo por medio de una bomba.

- **Concreto para vivienda en serie:** concreto premezclado para la utilización en muros y losas en la construcción de viviendas de concreto que utilizan formaleta metálica. Para elementos esbeltos que requieren mínimo vibrado (para eliminar el aire de la mezcla).



Proyectos Habitacionales construidos en concreto con características para viviendas en serie, Foto: G. Flores.

- **Desmoldar o Descimbrar:** Acción de retirar el molde o cimbra del elemento o espécimen de concreto.

En la fotografía se muestra la vivienda ya fundida, prácticamente al día siguiente, Foto # 309 FORZA, Guatemala.



15. Diccionario Manual de Arquitectura, Betty Beauty y Dora Ware, Ediciones Gama, México, 2007, Última Edición.

16. Construcción Management, Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de Obra, Frank Harris, Ronald Mcffer, Editorial Gustavo Pili, México, 2002.

- **Formaleta (cimbra):** Molde temporal para el concreto fresco, de madera, que se retira una vez que el concreto logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo.



Formaleta para creación de muros, Foto # 310: FORZA, Colombia.

- **Fraguado:** Cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto, implica pérdida de plasticidad.

- **Grieta o Fisura:** Abertura en el concreto de magnitud importante que puede ser el inicio de una falla estructural.

- **Grifa:** Herramienta para doblar varilla, generalmente es "hechiza" con una varilla o barra de 1"-1 1/2" de diámetro.

- **Junta de construcción:** Separación predeterminada instalada o creada entre superficies de concreto adyacentes para liberar las fuerzas de tensión o compresión causadas por el movimiento de la estructura o construcción.

- **Junta fría:** Discontinuidad formada cuando un volumen o superficie del concreto ha endurecido antes de que la siguiente capa o elemento se haya colocado.

- **Maestras:** Referencia o guía que sirve para controlar el nivel del piso o el espesor del aplanado.

- **Membrana de curado:** Membrana o cubierta que se coloca sobre el concreto recién colado, para retardar o reducir la evaporación de la humedad superficial, y con ello la tendencia a agrietamientos.

- **Mortero in situ (hecho en obra):** Es la mezcla del cementante, del agua y la arena, que se prepara en la obra para realizar trabajos de albañilería. Difiere del concreto porque no contiene grava.

- **Trazo:** Líneas y cruces que son marcadas en el terreno por donde pasarán los cimientos y muros de la construcción.

- **Vibrado:** Es la Acción de vibrar el concreto fresco con el objeto de expulsar el aire atrapado durante el mezclado de la revoltura. Equipo de agitación empleado para facilitar la consolidación del concreto mediante el acomodo de las partículas y la eliminación del aire atrapado.

---

15. Diccionario Manual de Arquitectura, Betty Beauty y Dora Ware, Ediciones Gama, México, 2007, Última Edición.

16. Construcción Management, Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de Obra, Frank Harris, Ronald Mcffer, Editorial Gustavo Pili, México, 2002.

CONCLUSIONES





## 60. CONCLUSIONES:

1. La documentación de procedimientos para la construcción de viviendas con formaleta, se adapta a cualquier empresa desarrolladora que quiera seguir los lineamientos y procedimientos que fueron establecidos en este trabajo; a la vez se dirige a los docentes y estudiantes que necesiten aplicar conceptos sobre la ejecución de proyectos de vivienda en serie, construida con Formaleta.

2. El documento sirve de igual manera para capacitar a maestros de obra y contratistas, aplicando los procesos constructivos, con el fin de informales sobre los daños que sufren las viviendas al no cumplir con estos; así como al mejor aprovechamiento de los recursos económicos y el tiempo, todo esto contribuye a obtener viviendas de mejor calidad.

4. El Sistema de Formaletas de Aluminio es un sistema constructivo que se está utilizando actualmente alrededor del mundo. Se tienen antecedentes que los europeos lo lanzaron al mercado desde 1970, conforme el tiempo, se ha ido mejorando dicho sistema en lo que respecta a sus procedimientos, aplicaciones y resultados. En nuestro país ha cobrado auge en los últimos diez años, contribuyéndose a mejorar la problemática de vivienda. Muchos de los proyectos habitacionales, tanto los que construyen viviendas de un nivel como de dos niveles, actualmente trabajan con este tipo de sistema, lo que ha incurrido en una inversión a largo plazo, ya que el uso de la formaleta puede ser de hasta 2,000 casas.

5. Este Sistema Constructivo tiene un ahorro del 18% en las actividades de mayor incidencia, el cual favorece en:

-La reducción de actividades en la Estructura de la obra gris.

-La terminación en obra gris lista para aplicación de textura,

- La reducción en tiempos de construcción.

6. La Formaleta Manoportable de Aluminio incide en el costo total de la estructura en un 7.12%; en un Sistema Industrializado el mayor costo lo aporta el concreto, el refuerzo, y la Mano de Obra, NO la Formaleta.

7. El porcentaje de ahorro de un sistema industrializado con muros y placas de concreto fundidos monolíticamente con formaleta manoportable, respecto a un sistema tradicional está en un rango aproximado del 16% a 25%.

8. Los costos de las Viviendas en concreto son menores que los sistemas constructivos tradicionales por las siguientes razones:

a. Logística mínima en las actividades de obra

b. Mayores Rendimientos de Obra

c. Menor Costo en Mano de Obra

d. Flexibilidad Arquitectónica –Menos retrabajos

e. Excelente Acabado en Obra Gris

f. Entrenamiento y supervisión a la Mano de Obra

g. Adaptación de la Formaleta a Nuevos Proyectos

h. Proceso constructivo Limpio- mínimo de desperdicios

i. Menor Tiempo de Construcción- Menos Gastos Generales



RECOMENDACIONES



## 6.1. RECOMENDACIONES:

1. Aprovechándose los resultados de esta investigación, el sistema de Formaletas es recomendable porque se obtiene:

- a) La utilización de una sola cuadrilla de trabajadores para vaciados de muros y losas.
- b) Rendimientos más altos de mano de obra.
- c) Mínimo de rebabas en unión Muro-losa.
- d) Disminución de resanes y correcciones de ángulos y plomos.
- e) Pocos retrabajos por tener piezas adaptadas a la arquitectura de la vivienda.
- f) En el vaciado no se necesitan embudos adicionales para no votar mezcla.
- g) Gran disminución de los costos por retrabajos con piezas especiales compatibles al equipo estándar, que le permite hacer colados monolíticos y no dejar margen a los costosos resanes. Se cobra por  $\text{mt}^2$  y el costo por MO eleva el monto de producción.

2. Gran disminución de los costos en retrabajos, específicamente las habilidades y bondades del sistema de Formaletas de Aluminio son objetivamente diseñar Soluciones Integrales, con piezas especiales compatibles al equipo estándar, que le permitan hacer colados monolíticos y no dejar margen a las costosas retareas o retrabajos

3. Se recomienda que el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, opte a un juego de formaleta de una vivienda de  $36 \text{ mt}^2$  aproximadamente, para darla a disposición del Fondo Guatemalteco para la Vivienda (FOGUAVI), y promover la construcción de viviendas en serie de interés social, lo cual conlleva a la necesidad de comprar una concretera portátil para fundición de las casas; así se logra optimizar el tiempo, por la rapidez con la que se construye; además de reducir los costos, por lo económico del sistema, que va dirigido objetivamente a la baja de los índices de déficit habitacional en nuestro país.









## 62. BIBLIOGRAFÍA:

### LIBROS:

1. **Álzate H. y E. Medina**, "Estudio de vulnerabilidad estructural del Laboratorio de Máquinas y Herramientas (Edificio 345, Universidad del Valle), Pregrado en Ingeniería Civil, Universidad del Valle, Cali, 2003.
2. **CENTRAL STATISCAL OFFICE**. 1961, **Concretos Celulares Ltda.**, Derechos Reservados 2002, registró 6113.
3. **Gómez, D.**, "Estudio de Metodología de Ensayo para Calificación de Áridos", de la Comisión "Tecnología del Hormigón".
4. "Estudio piloto de vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos del barrio Cuarto de Legua en el cono Cañaveralejo", Pregrado en Ingeniería Civil, Universidad del Valle, Cali, 2001.
5. **LITGHTWEIGHT CONCRETE**. 1963,
6. **Ortiz, A.**, "Sistema de monitoreo del comportamiento dinámico del viaducto Pereira-Dosquebradas", Maestría en Ingeniería, énfasis en Ingeniería Civil, Universidad del Valle, Cali, 2005.
7. "Caracterización de los materiales usados en la construcción de muros tendinosos", Pregrado en Ingeniería Civil, Universidad del Valle, Cali, Colombia 2002.
8. **Monzón García, Samuel Alfredo**, "Introducción al Proceso de la Investigación científica". México, Editorial Trillas, 1996
9. **Tamayo, Mario**. Metodología Formal de la Investigación Científica, México, Editorial Trillas, 1995.
10. **CONCRETOS CELULARES**, Edición Ltda. Derechos Reservados 2002. Editoral REVERTE.
11. **Tneo Marquet, José Antón**. Historia de la construcción y de la cadena de la Industrialización, Editorial Montesinos, España, 2007.
12. Guatemala, La Historia Inmediata, Jones, Susana y Tobis, Davis. 2ª Edición, Editorial Siglo XXI, 1997, desarrollo del Acero y la Construcción en Guatemala, 346 pág.
13. **Arq. José Creixell M.**, Estabilidad en las Construcciones, Reverte Ediciones, S.A., Nueva Edición 2006.
14. Enciclopedia Conceptos Básicos del Concreto, Agrietamiento en el concreto, IMCYC, (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, por Felipe Hernández, Capítulo 16, septiembre, 2005, México.

### TESIS:

1. **Ing. Civil Bonilla Hurtarte, Roberto**. Diseño de una metodología para la ubicación de proyectos de vivienda a desarrollarse dentro del mercado habitacional potencial en Guatemala, Tesis de Graduación, I, Universidad de San Carlos de Guatemala 1979.
2. **Brolo Fumagalli, Edgar Rolando**. "Metodología de análisis y diseño sísmico de pilotes: ayudas computacionales", Maestría en Ingeniería, énfasis en Ingeniería Civil, Universidad del Valle, Cali, 2003.
3. **Gómez D. y D. Cavaría**, "Implementación de un AMD para el control de la respuesta estructural", Maestría en Ingeniería, énfasis en Ingeniería Civil, 2006.

4. **León Menéndez, Jorge Mario.** Programación por velocidades rítmicas y pronóstico de fondos para casas en serie Tesis de Graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1969.
5. **Ing. Civil Bonilla Hurtarte, Roberto.** Aspectos Económicos de construcción de viviendas en serie con muros de Concreto Reforzado y Formaletas PRE-Fabricadas, Guatemala 1976. Tesis de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. **Ing. C. Moreno Marulanda,** "Optimización del diseño de Amortiguadores de Masa (TMD) utilizando análisis, Pregrado en Ingeniería Civil, 2006.
7. **Ing. Quintero, L. C.,** Pliego de Especificaciones Técnicas de Casas con Formaleta, (Términos de referencia). REFSA.
8. **Coronado C.A.,** Viviendas en Ferro cementó: Alternativa económica", Universidad del Valle, 2002.
7. **Construcción Management, Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de Obra,** Frank Harris, Ronald Mcffer, Editorial Gustavo Gili, México, 2002.
8. **Diccionario Manual de Arquitectura,** Betty Beauty y Dora Ware, Ediciones Gama, México, 2007, Última Edición,
9. **Construcción Management, Manual de Gestión de Proyectos y Dirección de Obra,** Frank Harris, Ronald Mcffer, Editorial Gustavo Gili, México, 2002.
10. **Manual de Instalación, Formaletas, S.A. (FORSA),** Colombia, 2003.
11. **Western Forms, Product Catalog 2003,** KANSAS, EE.UU.
12. **TrimForm System Inc. PFI,** 2003. EE.UU
13. **Manual para la Supervisión de Obras Civiles, Programa Las Verapaces PLV/ GTZ, Cooperación Técnica, Alemana, Guatemala 2007, (secretaria de Coordinación Ejec. de la Presidencia).**

#### MANUALES:

1. **Arq. Darío Díaz,** Seminario taller de la Construcción en serie: Optimización de los recursos, Año 2000.
2. **Valencia, J. Valencia E.,** Sistema de formaletas mano portable, Formesan, Colombia.
3. **Pregrado en Ingeniería Civil, 2007. Manual de instalación de Formaletas S.A. (FORSA),** Colombia.
4. **Razuleu, Mario Rene.** Sistema Forsa, Cali, Colombia, 2005.
5. **Manual de instalación de placas de Aluminio de Wester forms Kansas, City, USA.**
6. **Manual Práctico de la Construcción,** Dennis Walton, Editorial CV, Madrid, España, 2000.
14. **Manual para delegados de obra en Seguridad e Higiene,** Organización Internacional del Trabajo, OIT, 1998, Montevideo, Uruguay. Gto Tomo.
15. **Manual de Construcción de Viviendas en serie,** Grupo Macro, Guatemala, 2005.
16. **Manual de Cerámicas, Cordillera diseños del mundo,** México, 2004.
17. **Manual de Instalación de Puertas de MDF,** Distribuciones Globales, Guatemala, 2008.
18. **Instalación de Ventanas de PVC, Euro perfiles,** Guatemala, 2006.
19. **Instalación de Artefactos Sanitarios,** Brosures Incesa Standard, 2006.
20. **Guía para Supervisar Casa-Habitación,** México, 2004, Editorial Limusa.



## REVISTAS

1. Boletín Informativo FHA No. 3, Octubre-Diciembre 2006, Pág. 3-6, Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas, Guatemala, ciudad.

2. Reseña Histórica Cementos Progreso, Publicación Topbrands 2007, Pág. 70 y 71, Ref. [www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com](http://www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com).

3. Reseña Histórica Mixto Listo, Publicación Topbrands 2007, Pág. 27 y 28, Ref. [www.topbransguatemala.com/pdf/28-09%20listo2mixto.com](http://www.topbransguatemala.com/pdf/28-09%20listo2mixto.com)

4. Revista Construir, marzo 2005, edición 24, Tema: Grietas en el Concreto, Pág. 26, por Ing. Jennifer Muñoz, Editora Cerca, Guatemala.

5. Revista Construir, junio 2005, edición 27, Tema: Aditivos, Pág. 32, por Ing. María Amalia Trejos, Editora Cerca, Guatemala.

6. Revista Construir, octubre 2005, edición 31, Tema: Tecnología del Hormigón, Pág. 26, por Arq. Gustavo Di Costa, Editora Cerca, Guatemala.

7. Revista Construcción, julio 2008, edición 129, Tema: Seguridad Industrial, Pág. 6 al 22, por Grupo Redactor CGC, Guatemala.

8. Foro Latinoamericano de la Vivienda de Concreto Versus Viviendas Tradicionales, por Inga. Adriana López, San Salvador, El Salvador, julio 2008.

## DOCUMENTOS:

1. Documento 6466, Sector Vivienda, Tecnologías e investigación, Guatemala, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, División de Desarrollo Urbano y Rural, FOGUAVI, Guatemala 2001.

2. Control por Bitácora de Obra, Arq. Ravelo Perusquia del C., Libros de Bitácora de Obra, Bitácora obra IMCYC.

## PÁGINAS EN INTERNET

Ref. [forsa@forsa.com.co](mailto:forsa@forsa.com.co)  
Página web: [www.forsa.com.co](http://www.forsa.com.co)

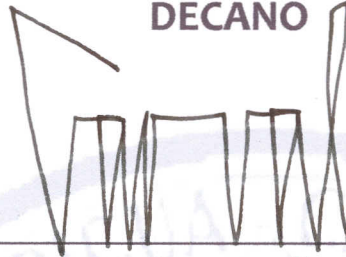
Ref. [www.topbransguatemala.com/pdf/28-09%20listo2mixto.com](http://www.topbransguatemala.com/pdf/28-09%20listo2mixto.com)

Ref. [www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com](http://www.topbransguatemala.com/pdf/2809%20cementosprogreso.com),

Ref. [westernforms.com](http://westernforms.com)

# IMPRIMASE

DECANO



---

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

ASESOR



---

Arq. Lionel Enrique Bojorquez Cativo

SUSTENTANTE



---

Br. Glendy Catalina Flores Leal