



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN
DEL PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA
DE INTERÉS SOCIAL**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A N:

**RENTERÍA BAEZA MÓNICA GABRIELA
TORRES BONILLA ERICK**

DIRECTOR: ING. LUÍS ZÁRATE ROCHA



MÉXICO D.F. 2007

A mis padres

Por estar a mi lado, escuchar mis sueños y locuras, con su amor, apoyo y consejos los han hecho realidad, son la fuerza que me impulsa a seguir adelante.

Sólo Dios sabe lo mucho que los amo.
Muchas Gracias!!

Hermanos

Por compartir conmigo una vida,
por su amor, amistad y apoyo.

Sobrinas

Por ser mi razón de vivir.

Abuelos

Los amo donde quiera que estén
y porque sé, que siempre
los llevaré en mi corazón.

Familiares y amigos

Gracias por su cariño y apoyo,
ustedes saben lo mucho
que les quiero.

A la UNAM

No hay mayor dicha que pertenecer a la más
grande de América Latina, por encaminar el futuro
de muchos sueños y realidades, por ser el espíritu
de superación y futuro de una nación.

A mi amigo Erick

Gracias por permitirme compartir contigo este
proyecto y por mostrarme otra cara de la verdadera
amistad.

MÓNICA GABRIELA RENTERÍA BAEZA

Alcanzar una meta es un logro de varias personas a las que agradezco su apoyo, a DIOS ya que sin él nada podría pasar, a mi padre Federico Torres por ser una figura determinante en mi en carácter y profesión, a mi madre Amparo Bonilla por ser un aliento constante, a mi hermana Ana Lilia Torres por ser el objetivo a superar, a Gabriela Monroy y a nuestro corazón que me alientan a seguir.

A mis amigos que siempre sin egoísmos me han apoyado.

A mi amiga Gabriela por compartir este proyecto con alegría.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por la formación humana y académica.

ERICK TORRES BONILLA



Índice

INTRODUCCIÓN

I. PANORAMA DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

- I.1. Evolución del Sector Vivienda
- I.2. Situación Actual
- I.3. Organismos de Vivienda

II. PROGRAMAS Y PAQUETES DE OBRA

- II.1. Introducción
- II.2. Programación Serial
- II.3. Programas de Recursos
- II.4. Control de Programas
- II.5. Alcance de las partidas consideradas en los paquetes de estimación

III. SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

- III.1. Introducción
- III.2. Proceso constructivo tradicional

IV. PANELES ESTRUCTURALES

- IV.1. Introducción
- IV.2. Normatividad
- IV.3. Paneles zampeados
- IV.4. Paneles de fibrocemento

V. CIMBRA MUERTA

- V.1. Introducción
- V.2. Tipos
- V.3. Cimbra Muerta con Base en PVC (polímero reforzado)
- V.4. Cimbra Muerta con Base en Poliestireno expandido

VI. COLADO MONOLITICO

- VI.1. Introducción
- VI.2. Procedimiento diseño
- VI.3. Tipos de cimbra
- VI.4. Sistemas de colado
- VI.5. Sistemas de colado monolítico
- VI.6. Infraestructura requerida
- VI.7. Recomendaciones generales
- VI.8. Ventajas y desventajas

VII. ANÁLISIS DE COSTOS

- VII.1. Introducción
- VII.2. Cantidades de obra
- VII.3. Precios unitarios
- VII.4. Tabla comparativa

VIII. CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1*

ANEXO 2*

* Los anexos 1 y 2 se encuentran contenidos en formato electrónico, en el CD adjunto.



INTRODUCCIÓN

Para poder desarrollarse de una manera óptima, el hombre debe estar acompañado de satisfactores. Uno de ellos y de gran importancia es la vivienda, ya que ésta satisface la necesidad de protección y abrigo.

El derecho a la vivienda tiene en nuestro país profundas raíces históricas. A través de los años en México se han creados organismos para satisfacer las necesidades de la población, económicamente débil.

En 1917, la constitución en su artículo 123, fracc, XII, estableció la obligación de los patrones a proporcionar vivienda a sus trabajadores. En 1943 se crea el IMSS y que en sus inicios proporcionó vivienda a sus derechohabientes. En el año 1963 se constituye el Fondo de Operaciones y Financiamiento Bancario a la Vivienda (Fovi). En febrero de 1972, con la reforma al artículo 123 de la Constitución, se obligó a los patrones, a constituir un Fondo Nacional de la Vivienda para otorgar crédito barato y suficiente para adquirir vivienda. Esta reforma fue la que dio origen al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), mediante el Decreto de Ley respectivo, el 24 de abril de 1972. En mayo de ese mismo año se creó el Fondo a la Vivienda del ISSSTE. Sin embargo, fue hasta el año de 1983 cuando el derecho a la vivienda se estableció como una garantía individual.

Hasta la década de los ochenta, el eje de la política de vivienda había sido la intervención directa del Estado en la construcción y financiamiento de vivienda y aplicación de subsidios indirectos, con tasas de interés menores a las del mercado. En la primera mitad de la década de los noventa, se inició la consolidación de los organismos nacionales de vivienda como entes eminentemente financieros.

La necesidad de vivienda actualmente es una de las principales preocupaciones, ya que el acelerado ritmo de crecimiento y la diferencia más visible entre las clases económicas, dan como resultado la migración hacia los centros económicos, teniendo como dato que en el año de 1900 una de cada 10 personas vivían en ciudades, y que actualmente casi 3,000 millones de personas, o sea, casi la mitad de la humanidad, residen en centros urbanos.

Este acelerado aumento de la población urbana ha causado que millones de personas vivan hacinadas en asentamientos irregulares como resultado de la poca oferta de vivienda, aunado al poco poder adquisitivo de la población.

Actualmente, la vivienda de mayor demanda es la de interés social, y se puede decir que surge como respuesta en ayuda a la clase más necesitada, con el objeto de facilitar el acceso de las poblaciones con altos índices de pobreza a una solución de vivienda. Las actuales políticas de vivienda de interés social buscan responder a dos demandas críticas: aumentar el número de viviendas construidas para los sectores de escasos recursos y disminuir el monto de pago de las cuotas mensuales.

El desarrollo de la tesis se enfocó en comparar los sistemas de construcción de vivienda de interés social más recientes, así como los de mayor arraigo en nuestro país, con sistemas en serie (industrializados), con el objetivo de disminuir costos y tiempos de ejecución.



Metodología.

La primera parte de la investigación se enfoca a recabar la mayor información de cada sistema: procedimiento constructivo, proveedores, disponibilidad de material, dimensiones de las piezas (en algunos casos), tiempos aproximados de construcción, propiedades acústicas, térmicas y de resistencia mecánica. En la última parte se calculan los precios de cada sistema permitiendo con esto dar una alternativa de construcción.

Delimitación del área de estudio.

Nuestro estudio se basó en la vivienda de interés social, teniendo como base un proyecto de casa-habitación, de un nivel, como se muestra en el Anexo II, con los planos del proyecto.

La cuantificación del proyecto no tomó en cuenta la cimentación, ya que para fines prácticos se consideró una misma para todos los sistemas. De igual forma el proyecto se fue adaptando a los diferentes tipos de sistemas basándonos en las recomendaciones de los fabricantes.



CAPITULO PRIMERO

PANORAMA DE LA VIVIENDA EN MÉXICO

I.1 Evolución del sector vivienda.

Primera etapa: se inicia a partir de 1925 con la asistencia gubernamental directa al problema habitacional, con la creación de organismos públicos, pero se caracteriza por la limitada cobertura ya que sólo abarca los sectores de las fuerzas armadas y empleados federales, trabajadores del IMSS y del DDF.

Segunda etapa: abarca los años cincuenta y sesenta, evolucionando en la integración de una política nacional, creando instituciones públicas que incluyan la planificación de los diferentes órdenes de gobierno. En esta etapa las crecientes necesidades de habitación urbana comienzan con el desarrollo vertical de las construcciones, lo que da pie a la creación de conjuntos habitacionales y se inaugura el concepto de “*departamento*” como nuevo tipo de vivienda.

Tercera etapa: de los setenta a mediados de los años noventa, esta etapa se caracteriza por la aparición de instituciones especializadas en la atención de este sector. Este cambio se explica en función de tres tendencias básicas que influían de manera importante en la gestión gubernamental: el acelerado crecimiento de la población; la movilidad del campo a la ciudad con el consecuente desarrollo urbano desordenado; así como las crecientes características económicas de amplios grupos sociales, acentuados en los ochenta. Durante esta etapa se confiere en el artículo 4º Constitucional, el derecho de toda familia a disfrutar de una vivienda digna y decorosa. A pesar de estos esfuerzos las necesidades de la población determinaron la cobertura de las instituciones y dejaron sin acceso a una vivienda a un grupo importante de la población.

Cuarta etapa: ésta se desarrolla en la década de los noventa y se planea el cambio estructural de los organismos de vivienda y una forma diferente para financiar el acceso habitacional, con lo que en 1993, los organismos de cobertura nacional como el INFONAVIT y el FOVISSSTE se reestructuran para regresar a su origen eminentemente financiero, sin perder su vocación social y para promover que el mercado habitacional se integre.

En conclusión, son cuatro etapas distintas que marcan la transición del sector habitacional y la concepción de la problemática social de la vivienda en México hasta el año 2000.

El Estado tiene la finalidad de contar con la capacidad de respuesta para atender la demanda habitacional, que es la consecuencia del crecimiento de la población, y que continuara con la tendencia a la urbanización y la demanda de un patrimonio propio, buscando un espacio más digno, tanto urbano como habitacional.

I.2 Situación actual

I.2.1 Oportunidades y amenazas del sector vivienda

La población mexicana esta en un proceso de transición demográfica. El descenso de la fecundidad, el aumento de la esperanza de vida y la disminución de la tasa de crecimiento son expresiones de este profundo proceso de cambio. La dinámica demográfica de México se desaceleró gradualmente, al pasar de una tasa de crecimiento de 3.5% anual a mediados de la década de los sesenta a 1.4% anual durante 2000. A pesar de ello, la población mexicana ha seguido aumentado significativamente en números absolutos. Tan sólo entre 1980 y 2000 creció de 66.8 a 97.4 millones de habitantes, lo que representó un incremento de 30.6 millones de personas en ese periodo. Dentro de este considerable incremento la población residente en las entidades federativas con grado de muy bajo, bajo y medio de marginación, aumentó alrededor de 21.9 millones de



personas, mientras que aquella establecida en los estados con alto y muy alto de marginación se incrementó en 8.7 millones.

Un importante rasgo de la distribución de la población en el territorio nacional es la coexistencia de un perfil de concentración urbana creciente y otro de enorme dispersión demográfica en miles de pequeñas localidades. Ello representa un formidable desafío, al tiempo que abre una oportunidad para diseñar e instrumentar una estrategia de ordenación del territorio apoyada en la atención de los requerimientos de la vivienda. En dos décadas, el rezago total de vivienda muestra una tendencia favorable que presenta una disminución en su proporción con el inventario habitacional. En la década de los ochenta fueron poco más de 4 millones 678 mil unidades, 39% del inventario habitacional; en los noventa disminuyó ligeramente a poco más de 4 millones 667 mil unidades, el 29% del parque habitacional; para el año 2000 se calculó en casi 4 millones 291 mil unidades, el 20% del inventario total.

Al precisar en qué consiste el rezago habitacional se debe tomar en cuenta tanto el déficit de la vivienda nueva, como los requerimientos de mejoramiento habitacional derivado de tres aspectos: la que se necesita sustituirse; la que requiere ampliarse y la que necesita repararse para cumplir su función básica social de integración y protección familiar, así como la económica de generar patrimonios. Así, respecto al déficit de vivienda, en el 2002 se estima que 756 mil hogares en todo el país no tienen una casa independiente donde habitar, por lo que cada uno de esos hogares, actualmente en condiciones de hacinamiento, requiere de una vivienda nueva. Adicionalmente, 1 millón 55 mil casas existentes necesitan ser sustituidas, debido a que han llegado al término de su vida útil, y resulta más caro repararlas que edificar un número semejante de viviendas nuevas.

Las debilidades básicas del rezago habitacional se encuentran en los 2 millones 42 mil viviendas que, en todo el país, requieren rehabilitación y/o ampliación, y en las 438 mil casas que deben repararse para evitar que su deterioro las convierta en habitación inadecuada. Para ampliar y reparar esas viviendas se requieren programas de mejoramiento habitacional que no implica edificar viviendas nuevas, sino solamente adecuar las existentes.

I .2.2 Las necesidades de vivienda

Las necesidades de vivienda expresan la cantidad de habitaciones requeridas que cumplan al menos, con los preceptos mínimos para que todos los habitantes del país alcancen este bienestar esencial. Este concepto debe diferenciarse del de demanda, el cual corresponde a la cantidad de vivienda que la población puede comprar o rentar a un precio o alquiler determinado. De acuerdo con esta orientación, la política habitacional requiere atender el arribo de aquellos jóvenes en edad de formar un hogar independiente, así como evitar que el inventario habitacional se continúe deteriorando.

En el marco de la demografía actual, de mantener la tendencia, se estima que para el año 2010 habrá en el país alrededor de 30 millones de hogares, lo que se reflejará en una demanda anual promedio de 731 mil 584 unidades nuevas para cubrir las necesidades de crecimiento.

Del mismo modo, si consideramos el año 2030, se estima que habrá 128.9 millones de mexicanos en 45 millones de hogares. Por lo que el incremento habitacional en 30 años deberá ser de 23 millones de unidades. Lo anterior representa la necesidad de edificar, a partir de ahora, un promedio de 766 mil viviendas anuales.

I .2.3 Características de la demanda de la vivienda

La adecuada planeación de la vivienda requiere no solo cuantificar el número de viviendas que el país necesita, sino planificar las características de estas viviendas. Con el propósito de vincular las necesidades de vivienda con los recursos de los habitantes para determinar el tipo de demanda habitacional, se tendrá que establecer un análisis estadístico que relacione las necesidades de vivienda con la distribución nacional de la población ocupada y de los hogares por su nivel de ingresos. Lo anterior permite establecer que a pesar de que se da un proceso de movilidad ocupacional y salarial importante en el país, casi el 70% de la población ocupada se mantiene con ingresos menores a 3 salarios mínimos (23 millones 152 mil 506) y continúa sin tener el



suficiente poder adquisitivo para acceder a una vivienda en el mercado habitacional con sus propios medios, o a través de crédito bancario, ya que difícilmente se le considera sujeto de crédito hipotecario. Asimismo, este grupo, que representa el 68.6% de los hogares con ingresos menores de 5 salarios mínimos, demandan el 63.3 por ciento de la vivienda nueva construida anualmente, de la población ocupada, estadísticamente, constituye el segmento de mayor demanda de vivienda.

TIPO DE VIVIENDA	HOGARES	%	SUPERFICIE DE CONSTRUCCIÓN M2
BÁSICA	9,113.28	40.9	HASTA 30
SOCIAL	5,000.58	22.5	31 A 45
ECONÒMICA	4,936.36	22.2	46 A 55
MEDIA			56 A 100
MEDIA ALTA	3,218.70	14.4	101 A 200
RESIDENCIAL			MÁS DE 200
TOTAL	22,268.92	100	

Tipo de vivienda según promedio y la distribución por ingresos de los hogares

TIPO DE VIVIENDA	% HOGARES	NUEVA	MEJORAMIENTOS	TOTAL
BASICA	40.90	299,392.00	162,943.00	462,335.00
SOCIAL	22.50	164,280.00	89,409.00	253,689.00
ECONÒMICA	22.20	162,171.00	88,261.00	250,432.00
MEDIA				0.00
MEDIA ALTA	14.40	105,741.00	57,549.00	163,290.00
RESIDENCIAL				
TOTAL	100	0.00	398,162.00	1,129,746.00

Demanda de vivienda con base en la distribución de ingresos por hogares

La vivienda de interés social y la popular incluyen una amplia gama de productos destinados a satisfacer las necesidades de la población con los ingresos de hasta 15 salarios mínimos. A fin de homogenizar las definiciones de vivienda producida en el país, el Programa Sectorial de Vivienda propone las siguientes 5 categorías de tipo de vivienda: básica, económica, social, media alta y residencial.

Para cuantificar estadísticamente el tipo de vivienda requerida y evitar el sesgo que de el concepto de ingreso "no especificado" que se incluye en los datos censales, tanto para la población ocupada como para la de hogares, este rubro (5.4% en la población ocupada y 0.2% en hogares) se distribuye proporcionalmente entre los otros ingresos.

TIPO DE VIVIENDA	POBLACIÓN OCUPADA	%	PROMEDIO DE CONSTRUCCIÓN m ²
BASICA	24,485,035.00	72.5	HASTA 30
SOCIAL	5,016,197.00	14.9	31 A 45
ECONÒMICA	2,856,932.00	8.5	46 A 55
MEDIA			56 A 100
MEDIA ALTA	1,372,046.00	4.1	101 A 200
RESIDENCIAL			MÁS DE 200
TOTAL	33,730,210.00	100	

Tipo de vivienda según promedio y la distribución por ingresos de la población ocupada



Si aplicamos la distribución de ingresos por población ocupada y consideramos el promedio anual de necesidades de vivienda de 731 mil 584 viviendas nuevas, y 398 mil 162 mejoramientos, podemos estimar que aquella población ocupada que gana hasta 3 salarios mínimos requerirá al año 531 mil 63 viviendas nuevas al año y 289 mil 29 mejoramientos al inventario existente, es decir, esto representa, casi tres cuartas partes de toda la necesidad de vivienda anual de país. Considerando el nivel de ingresos, estos requerimientos pueden cubrirse con vivienda del tipo básica.

Por otra parte, si utilizamos la distribución de ingresos, la necesidad de vivienda básica disminuye considerablemente, siendo de 299 mil 392 viviendas nuevas; mientras que el mercado para la vivienda económica se vuelve más dinámico, al superar las 162 mil viviendas nuevas y más de 88 mil mejoramientos.

Es posible concluir que, si bien se observa una mejoría en las condiciones de vida de la población mexicana, ésta no ha sido como se esperaba. Por ello no sólo se requiere una mayor oferta de vivienda, sino que está sea accesible a la capacidad de pago de la mayoría de los trabajadores. Como se ha analizado, un alto porcentaje de la vivienda construida debe ser susceptible de ser adquirida por los trabajadores con ingresos menores a 3 salarios mínimos y, por ende, se deben implementar políticas y programas de vivienda de bajo costo.

Existe una estrecha relación entre los bajos ingresos de la mayoría de la población y los aspectos que definen el problema habitacional. Este último, desde la perspectiva de la oferta, se resume en el precio de la vivienda y la dificultad de instrumentar una política que reduzca su costo relativo; y desde la óptica de la demanda, refleja que el ingreso y su relación directa con la capacidad crediticia de la familia es el factor determinante y más difícil de superar.

Dos factores determinantes de los altos costos del suelo urbano han sido el acaparamiento de predios y la especulación inmobiliaria. Además, los ejidos continúan siendo los principales suministradores de tierra para el crecimiento urbano y no se ha conseguido establecer un procedimiento de oferta de suelo que, de manera constante, permita la generación ordenada y legal de suelo urbano en las ciudades.

Entre las debilidades en materia de suelo se tiene el ciclo invasión-regularización que ha superado las posibilidades de planificación y la creación de nuevas reservas territoriales. De manera paralela, no se han logrado aprovechar los predios urbanos baldíos que ya cuentan con el equipamiento y la infraestructura necesarios para asegurar su vocación habitacional, ni tampoco generar un esquema proactivo y continuo de conversión de suelo ejidal en suelo urbano, cuando así esté previsto por los planes o programas correspondientes.

1.2.4 Condiciones físicas y geográficas de la vivienda

De los 21.9 millones de viviendas particulares habitadas existentes, resalta que el 85.3% de ellas son casas independientes; que el 5.8% son departamentos; y, que el resto representa vivienda en vecindad, cuarto de azotea, local no construido para habitar, vivienda móvil y otros. Constituye una fortaleza del sector vivienda la tendencia observada en el incremento del tamaño de las viviendas, medido a través del número de cuartos construidos, sin incluir la cocina.

Hace veinte años sólo el 30% de las viviendas tenía 3 ó más cuartos, mientras que en el 2000, el 52% del inventario presentaba estas condiciones.

Otro factor igualmente favorable para el desarrollo del sector vivienda es la disminución en la densidad domiciliaria, la cual pasó de 5.5 ocupantes por vivienda en 1980 a 4.4 en el 2000, así como la disminución en el índice de hacinamiento de 2.3 personas por cuarto a 1.6 respectivamente. Del mismo modo, el promedio de ocupantes por dormitorio pasó de 3.2 en 1980 a 2.2 en el 2000, y los miembros por hogar de 4.9 a 4.3, respectivamente.

Sin embargo, al analizar estos indicadores de manera local, se tiene que la mitad de las entidades federativas del país, registran en sus respectivos inventarios habitacionales un promedio de ocupantes por vivienda, superior al promedio nacional de 4.4; especialmente, entidades como Chiapas, Guanajuato, Puebla y Tlaxcala, que tienen un promedio superior a 4.7 personas por vivienda.



En lo que se refiere a los materiales de construcción utilizados en la edificación de viviendas, el sector se ha visto fortalecido por la tendencia de utilizar un mayor volumen de materiales duraderos y sólidos en reemplazo de los provisionales, pues estos últimos con frecuencia conllevan mayores problemas de durabilidad, higiene y mantenimiento. Así, mientras que en 1980, el 77% de las viviendas de todo el país tenían muros de tabique, ladrillo, block o piedra; en el 2000, el 89% de ellas presentan estas características. La tendencia es también favorable en estos veinte años, en lo que respecta al número de viviendas con techos de concreto, y de las viviendas con piso de material firme al aumentar de 44% a 64% y del 72% al 86% respectivamente, en dicho periodo.

No obstante, el sector aún presenta debilidad, ya que el inventario actual cuenta con un 35% cuyo techo es de material poco durable y el 10.5% está edificado con muros de materiales similares; es decir, cerca de 7.6 millones y 2.3 millones de viviendas respectivamente, las cuales requieren de un mejoramiento físico importante. En este sentido, destacan los 2.8 millones de viviendas con piso de tierra que también deben mejorarse.

I.3 Organismos de vivienda

I.3.1 FONAVIT

¿Qué es?

Es el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, creado en 1972 con el propósito de establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente.

¿Para quién es?

Para los trabajadores que tengan una relación laboral vigente, de acuerdo con el apartado A del Artículo 123 Constitucional, y su patrón aporte el 5% sobre su salario diario integrado a su subcuenta de vivienda.

¿Para qué puede usarse el crédito?

- Comprar una vivienda, nueva o usada.
- Construir en terreno propio.
- Reparar, ampliar o mejorar vivienda.
- Pagar pasivos contraídos por los conceptos anteriores.

El monto máximo que puede prestar el Instituto es de 180 veces el salario mínimo (\$247,553).

El valor máximo de la vivienda, sobre la cual se aplique el crédito, debe ser de 300 vsm (\$412,588) para todos los Estados del país y hasta 350 vsm (\$481,353) para el Distrito Federal.

(Las cifras indicadas en pesos aplican para el año 2004)

¿Cómo se obtiene un crédito?

Según la edad y el ingreso del trabajador, los créditos otorgados por el Fonovavit pueden alcanzar un monto máximo de 247 mil pesos, para la adquisición de una vivienda con un valor de hasta 412 mil pesos y el financiamiento puede completarse con los recursos acumulados en la subcuenta de vivienda. El plazo del crédito puede ser hasta por 30 años, mientras que la tasa de interés anual sobre saldos insolutos, fluctúa entre el 4 y 9 por ciento, dependiendo de los ingresos del trabajador. El otorgamiento del crédito tiene un costo por gasto de administración del 5 por ciento sobre el monto autorizado, y en caso de fallecimiento del acreditado, la deuda se liquida a favor de los beneficiarios por medio de un seguro de vida. Si desea adquirir una vivienda con



un valor superior, existe el programa Apoyo Infonavit, a través del cual podría tramitar un crédito para una vivienda de hasta 850 mil pesos y un financiamiento de hasta el 95 por ciento de su valor.

I.3.2 SOCIEDAD HIPOTECARIA FEDERAL

La Sociedad Hipotecaria Federal es una Institución de Banca de Desarrollo y tiene por objeto impulsar el desarrollo de los mercados de crédito a la vivienda, mediante el otorgamiento de garantías destinadas a la construcción, adquisición y mejora de la vivienda, preferentemente de interés social.

La SHF opera con intermediarios financieros que pueden ser instituciones de banca múltiple (Bancos), sociedades financieras de objeto limitado (SOFULES), instituciones de seguros y otras.

¿Para quién es?

Para cualquier persona física, sin la obligación de ser asalariada, que pueda comprobar sus ingresos.

¿Para qué se puede usar el crédito?

Comprar una vivienda, nueva o usada, de interés social o de nivel medio.

¿Cómo se obtiene un crédito?

Esta es una opción importante para quienes no cotizan en el IMSS o en el ISSSTE, ya que los requisitos son accesibles para personas que trabajan por su cuenta o desarrollan una actividad informal.

En el caso de un crédito para vivienda con valor de 450 mil pesos, Hipotecaria Nacional financia hasta el 90 por ciento, esto es, 405 mil pesos.

Para ello el interesado debe aportar un enganche del 10 por ciento y comprobar ingresos mensuales familiares o conyugales de 18 mil 629 pesos. A un plazo de 25 años, se fija un pago mensual de 4 mil 657 pesos mensuales que aumentan anualmente en proporción al incremento del salario mínimo. La tasa de interés anual, fijada durante la vida del crédito es de 9.50 por ciento y se contempla un seguro de vida. A través de la SHF se puede también solicitar un crédito de Prosavi, donde el Gobierno Federal otorga un subsidio para vivienda nueva por 16 mil UDIS, esto es, cerca de 53 mil pesos. Este apoyo es solo para trabajadores cuyos ingresos no son mayores a cuatro salarios mínimos, esto es, cerca de 5 mil pesos mensuales, pero el valor de las viviendas no debe exceder de alrededor de 150 mil pesos. El resto del financiamiento se tramita entonces ante intermediarios financieros como las sofoles.



I.3.3 FOVISSSTE

¿Qué es?

Es un órgano desconcentrado del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), encargado de administrar las aportaciones realizadas por las dependencias y entidades afiliadas al Instituto, constituidas para otorgar créditos hipotecarios.

¿Para quién es?

Para los trabajadores del Estado que tienen una relación laboral regida por el apartado B del Artículo 123 Constitucional.



¿Para qué se puede usar el crédito?

Comprar una vivienda, nueva o usada.
Construir en terreno propio.
Reparar, ampliar o mejorar una vivienda.
Pagar pasivos contraídos por los conceptos anteriores.

¿Cómo se obtiene un crédito?

Este fondo es exclusivo para los trabajadores al servicio del Estado, y para tener derecho a participar en el concurso de asignación de créditos es necesario realizar aportaciones al ISSSTE durante nueve bimestres.

El monto máximo del crédito es por 452 mil pesos, según los ingresos del trabajador, a un plazo hasta por 30 años y con una tasa de interés fija entre 4 y 6 por ciento anual.



CAPITULO SEGUNDO

PROGRAMAS Y PAQUETES DE OBRA.

II.1 Introducción

Es de gran importancia el establecer sistemas de planeación que permitan la construcción de obras de gran tamaño y complejidad en un tiempo óptimo.

Podemos afirmar que en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de tareas o actividades relacionadas entre sí para alcanzar un objetivo determinado, es necesario un elemento de ordenamiento que de secuencia lógica y una visión general de los trabajos por realizar, con objeto de contar con una base que ayude a mejorar la toma de decisiones. Este elemento de ordenamiento es el PROGRAMA.

En la construcción el programa es la secuencia cronológica que deberán seguir las actividades de un proyecto. Las características de un programa son un excelente medio para arreglar, coordinar y planear la utilización de los recursos que permiten alcanzar un objetivo.

La programación de obra es el instrumento más valioso para representar los planes a seguir; de su correcta interpretación, seguimiento y control se desprende la información necesaria para tomar medidas correctivas en el desarrollo de las obras y lograr las metas fijadas. Para programar una obra se requiere conocer el proyecto y analizar los procedimientos constructivos que se van a utilizar y los recursos disponibles (mano de obra, materiales, equipo y financiamiento) para la construcción.

II.2 Programación Serial

La programación de conjuntos habitacionales, a diferencia de la programación para unidades aisladas, considera la repetición secuencial en un cierto número o grupos de casas.

El programa serial en el caso de la industria considera que los componentes de un producto corren a través de una línea de producción, mientras que la mano de obra y equipo permanece en una misma posición para cada etapa o proceso hasta la obtención del producto terminado.

En la construcción de unidades habitacionales, la programación serial considera que el producto (casa) permanece inmóvil, mientras la mano de obra o equipo se mueve a través de la línea de producción de una casa a la siguiente (de un grupo de casas al siguiente grupo de casas). Por ejemplo, para el primer grupo de casas, la mano de obra de cimentación se moverá al siguiente grupo de casas a trabajar en cimentación hasta que termina con este proceso en todos los grupos de casas de conjunto. De esta forma, la mano de obra que trabaja en una sola etapa o proceso con cierta productividad, irá incrementándola al moverse y repetir la misma etapa.

Para desarrollar el programa serial de un conjunto habitacional se utilizará el siguiente procedimiento:

- a) Desarrollar un programa detallado de obra por cada prototipo.
- b) Dividir por etapas semanales.
- c) Formar grupos de casas de acuerdo con los recursos disponibles y número de las mismas que van a construirse.
- d) Desarrollar el programa del conjunto



Ejemplo:

Si se considera que la duración de cada etapa es de 6 días hábiles (1 semana) se dividirá el programa de obra de la siguiente manera:

<p>ETAPA 1 Trazo Mejoramiento Excavación Armado de traves Cimbra de traves Drenaje</p>	<p>ETAPA 2 Colado de traves Armado de la losa de cimentación Colado de la losa de cimentación Muros y castillos 40%</p>	<p>ETAPA 3 Muros y castillos 60%</p>	<p>ETAPA 4 Cimbra de losa Armado de losa Instalaciones por losa Colado de losa</p>
<p>ETAPA 5 Descimbrado de losa</p>	<p>ETAPA 6 Herrería Instalación hidráulica, ramaleo Firmes Acabados en cubierta Yeso Acabado exterior</p>	<p>ETAPA 7 Tirol Aluminio y vidrio Puertas Cableado de instalación eléctrica Impermeabilización</p>	<p>ETAPA 8 Pintura Muebles de baño Accesorios eléctricos Limpieza</p>

De esta división se desprende que se ha ajustado la asignación de actividades a etapas, de tal forma que en cada una queden actividades completas. En las de duración corta, como es el caso de la cimbra de losa, la cual teóricamente debiera quedar 33% en la etapa 3 y 67% en la etapa 4, se le asignó un 100% a la etapa 4.

En las actividades con duración larga, como es el caso de muros y castillos, se ha repartido 40% en la etapa 2 y 60% en la etapa 3. Es decir, se deberá aplicar un criterio para lograr que la mayor parte de las actividades queden en un 100% en las etapas. De esta forma se ha cumplido con el punto 2 del procedimiento para desarrollar el programa serial.

Para cumplir con el punto 3, que se refiere a la formación de grupos de casas, de acuerdo con los recursos disponibles y al número de éstas que van a construirse, haremos el razonamiento siguiente.

Generalmente, el recurso más crítico dentro de la construcción de vivienda de concreto es la cimbra, debido al número de usos que se le deben dar con objeto de amortizar su costo, de ser posible, en una sola obra. De este razonamiento se desprende que la formación de grupos debe ser acorde con el número de usos que se dará a la cimbra.

Esto es:

$$\frac{\text{Número de casas}}{\text{Número de usos de cimbra}} = \text{Número de casas por grupo}$$

de donde se obtiene:

$$\frac{\text{Número de casas}}{\text{Número de casas por grupo}} = \text{Número de grupos.}$$



Ejemplo:

Si se considera que la unidad habitacional consta de 96 casas y, si utilizamos 8 usos para la cimbra (convencional de madera) tendremos:

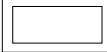
$$\frac{96 \cdot \text{casas}}{8 \cdot \text{usos}} = 12 \cdot \text{casas} \cdot \text{por} \cdot \text{grupo}$$

$$\frac{96 \cdot \text{casas}}{12 \cdot \text{casas} \cdot \text{por} \cdot \text{grupo}} = 8 \cdot \text{grupos}$$

De esta forma tendremos 8 grupos (o frentes) que se iniciarán con cierto desfase. Cada grupo tendrá 12 casas que se construirán simultáneamente. Si no hay otro recurso que impida construir 12 casas simultáneamente, este agrupamiento será válido; en caso contrario habría que subdividir los grupos, pero conservando siempre un número de grupos que sea múltiplo de 8 pues representa los usos de la cimbra. En este caso, podemos observar que la cimbra se utilizó durante las etapas 4 y 5, lo que ocasionó un desfase entre grupos de 12 días (2 semanas).

De este desarrollo obtenemos un programa del conjunto con duración de 22 semanas.

Sem. Gpo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8														
2			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8												
3					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8										
4							E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8								
5									E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8						
6										E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8					
7												E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8			
8															E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8

 Utilización de cimbra (12 juegos).



Programa del conjunto

Se puede observar que el desfase al que nos vimos forzados por el uso de las cimbras, no permite la utilización continua de la mano de obra debido a que no todas las especialidades de mano de obra tienen actividades bisemanales.

Esto nos obliga a subdividir a cada grupo en 2 para obtener 16 grupos de 6 casas a los que daremos un desfase de una semana obteniendo así un programa del conjunto 2.



Sem. Gpo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8															
2		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8														
3			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8													
4				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8												
5					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8											
6						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8										
7							E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8									
8								E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8								
9									E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8							
10										E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8						
11											E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8					
12												E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8				
13													E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8			
14														E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
15															E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
16																E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8

 Utilización de cimbra (6 juegos).
 Utilización de cimbra (6 juegos).

Programa del conjunto 2

De este nuevo desarrollo para la construcción del conjunto obtenemos una duración de 23 semanas; este planeamiento debe acercarse a lo óptimo en duración y utilización de recursos.

II.3 Programas de recursos

El proceso constructivo marca la secuencia de las actividades. La duración de cada actividad y del proyecto se determina por los recursos que se asignen para ejecutar el volumen de obra correspondiente a cada actividad.

$$Tiempo \cdot de \cdot actividad = \frac{Volumen \cdot por \cdot realizar}{Rendimiento \cdot del \cdot recurso \cdot considerado}$$

Es decir que la asignación de recursos es simultánea al cálculo de tiempos; por tal razón, para obtener un programa de recursos factibles de lograrse, es necesaria la asignación coherente de tiempos para las diversas actividades, es decir, se deberá tener amplio conocimiento de los volúmenes de obra de cada actividad, así como de las acciones simultáneas a ésta antes de asignar los tiempos de ejecución de las mismas.

II.3.1 Procedimiento para obtener el programa de recursos

Con objeto de ejemplificar el procedimiento para obtener el programa de recursos, haremos referencia exclusivamente a la división del programa por etapas de construcción, que nos permitirá calcular directamente los recursos por semana ya que cada etapa, como se ha explicado, corresponde a una semana.



Tenemos como ejemplo la etapa 3 (muros y castillos de 40 a 100%); el primer paso será identificar los conceptos que intervienen en cada una de las actividades de la etapa. Para este caso, serán los conceptos relacionados con muros y castillos, que deberán incluir la preparación, acarreo y fabricación de los materiales por utilizar, así como el proceso de ejecución de la actividad considerada. De la experiencia, o si nos referimos directamente a los análisis de precios unitarios por unidad de obra terminada, de los conceptos que intervienen en la actividad y que ya consideran todos los insumos (mano de obra, materiales y equipo) con cantidades y rendimientos, hacemos el siguiente razonamiento en base al presupuesto de la obra obtenemos la relación:

CONCEPTO	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD PARA LA ETAPA (60%)
Muro de 12 cm de block hueco 12 x 12 x 36 cm acabado aparente	79.14 m ²	47.48 m ²
Castillos ahogados con 1 vs. # 2.5	72.00 m	43.20 m
Escalerilla Núm. 10	153.00 m	91.80 m

De estos conceptos obtenemos los recursos básicos siguientes:

INSUMO	CANTIDAD UNITARIA	CANTIDAD TOTAL
Block hueco	24 piezas	1,140 piezas
Cemento en muro	6.6 kg.	313.37 kg
Arena en muro	0.023 m ³	1.09 m ³
Oficial en muro	0.083 jornal	3.94 jornal
Peón en muro	0.083 jornal	3.94 jornal
Cemento en castillo	3.80 kg.	164.16 kg
Arena en castillo	0.012 m ³	0.52 m ³
Grava en castillo	0.0075 m ³	0.32 m ³
Acero núm. 2.5 en castillo	0.410 kg	17.71 kg
Oficial en castillo	0.033 jornal	1.43 jornal
Peón en castillo	0.033 jornal	1.43 jornal
Escalerilla	1.100 m	100.98 m
Agua	1.000 m ³	334.27 m ³

En resumen:

Block hueco	1,140 piezas
Cemento	477.53 kg
Arena	1.61 m ³
Grava	0.32 m ³
Acero núm. 2.5	17.71 kg
Escalerilla	100.98 m
Oficial	5.37 jornal
Peón	5.37 jornal
Agua	334.27 m ³



En la mano de obra tendremos 5.37 jornales de oficial y de peón utilizamos en la etapa con duración de una semana, lo que nos da un jornal promedio de diario de $5.37 / 6 = 0.895$. Un jornal promedio diario de oficial y de peón, es decir, una pareja para la etapa.

De igual manera, se procede con el cálculo de los principales recursos de cada etapa. Una vez obtenidos los recursos por etapa, se harán las sumas semanales para cada uno de los insumos controlados en nuestro programa de conjunto, multiplicando la cantidad de cada insumo de la etapa 12 por el número de casas consideradas en el grupo. A estas cantidades se suman las cifras obtenidas por el mismo procedimiento para las demás etapas que se ejecuten simultáneamente en la misma semana.

II.4 Control de programas

El programa de obra siempre estará sujeto a desviaciones debidas a fallas en los recursos que se planeó utilizar. Para lograr la terminación de la obra en el tiempo previsto, el control de programas es una herramienta indispensable que permite el seguimiento de lo planeado con objeto de obtener la información de las desviaciones y sus causas. Del análisis de esta información se desprenden las medidas correctivas necesarias para lograr las metas fijadas.

El control de los programas se realiza periódicamente a través de la revisión del avance real de los trabajos, comparándolos con el programa original del cual obtenemos, a la fecha de revisión, el avance programado.

Para este efecto, mencionaremos los aspectos típicos de control de programas, que se deberán considerar como normas mínimas.

II.4.1 Aspectos de control

Básicamente, existen tres aspectos en el control de programas que se refieren a tiempo, inversión y recursos.

II.4.1.1 Control de tiempo

El control de tiempo se realiza fundamentalmente mediante el registro de actividades, procesos o etapas que se han ejecutado en la fecha de revisión.

Utilicemos como ejemplo el programa general del conjunto señalado en la programación serial. El primer paso será trazar una línea de color en la semana que hacemos el corte. Entonces, automáticamente sabemos cual será el avance programado en esa semana, pues todas las etapas que debieron terminarse quedarán del lado izquierdo de nuestra línea de avance. A continuación, con el mismo color de la línea de avance, marcaremos las etapas que se han ejecutado y obtendremos nuestros perfiles de avance real.

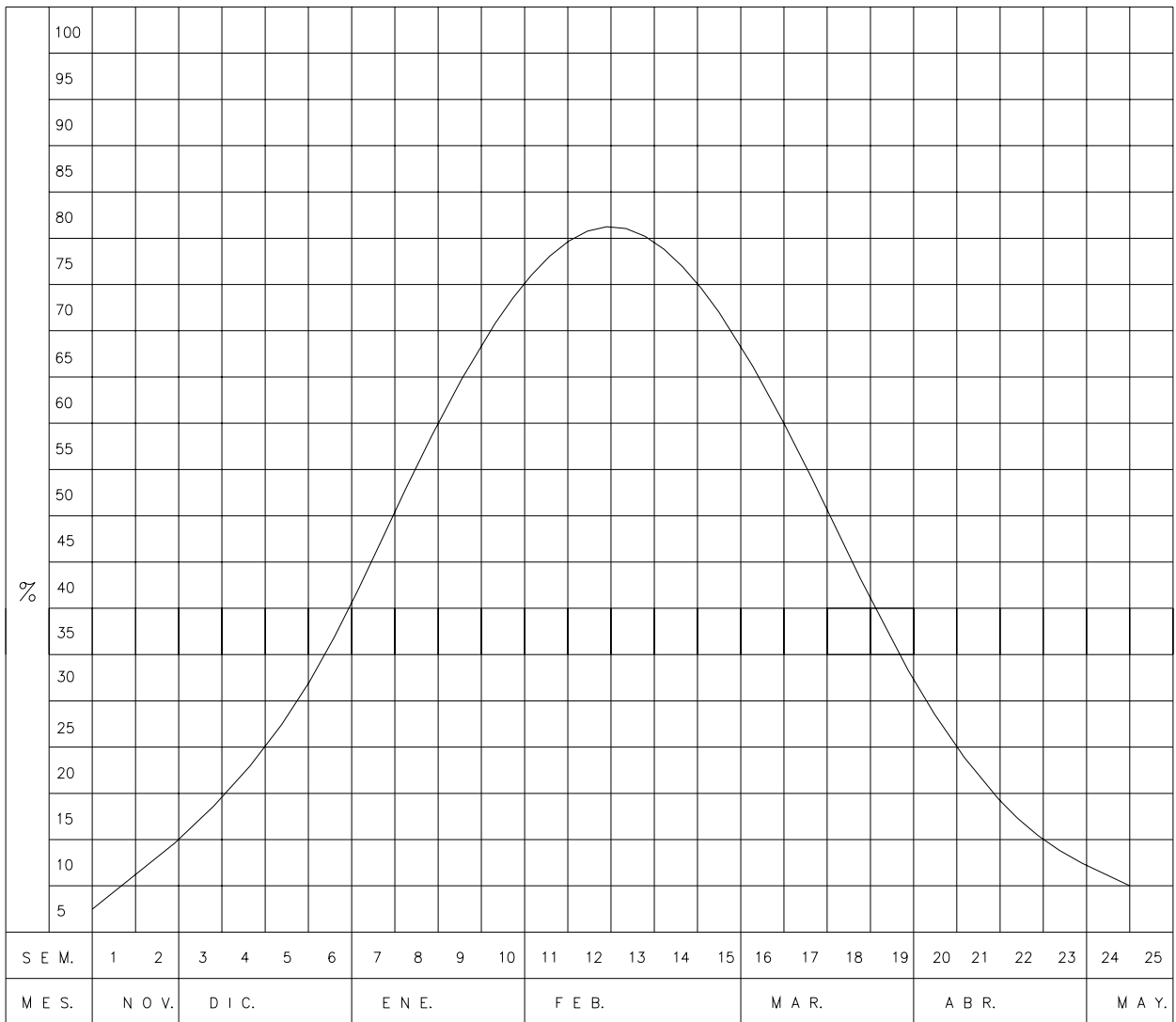
Para el análisis de la información se observa el resultado del avance real y se cuenta el número de semanas de desviación para cada uno de los grupos, casas o edificios; así, se obtiene el atraso o adelanto para cada uno de ellos. La desviación global será el tiempo más largo de desviación en los grupos, casas o edificios.

Una forma objetiva que permite tener siempre al día el avance de obra es contar con un plano de siembra del conjunto por cada etapa por realizar, en donde se vayan marcando las casas o edificios que se han terminado en la etapa correspondiente a cada plano de siembra.

II.4.1.2 Control de inversión

Este control también está basado en el registro de actividades, procesos o etapas que se han ejecutado en la fecha de revisión. La experiencia indica que en las obras de flujo de inversión se inicia lentamente y va en aumento conforme avanza la obra hasta llegar a un máximo, después va en descenso hasta su terminación.

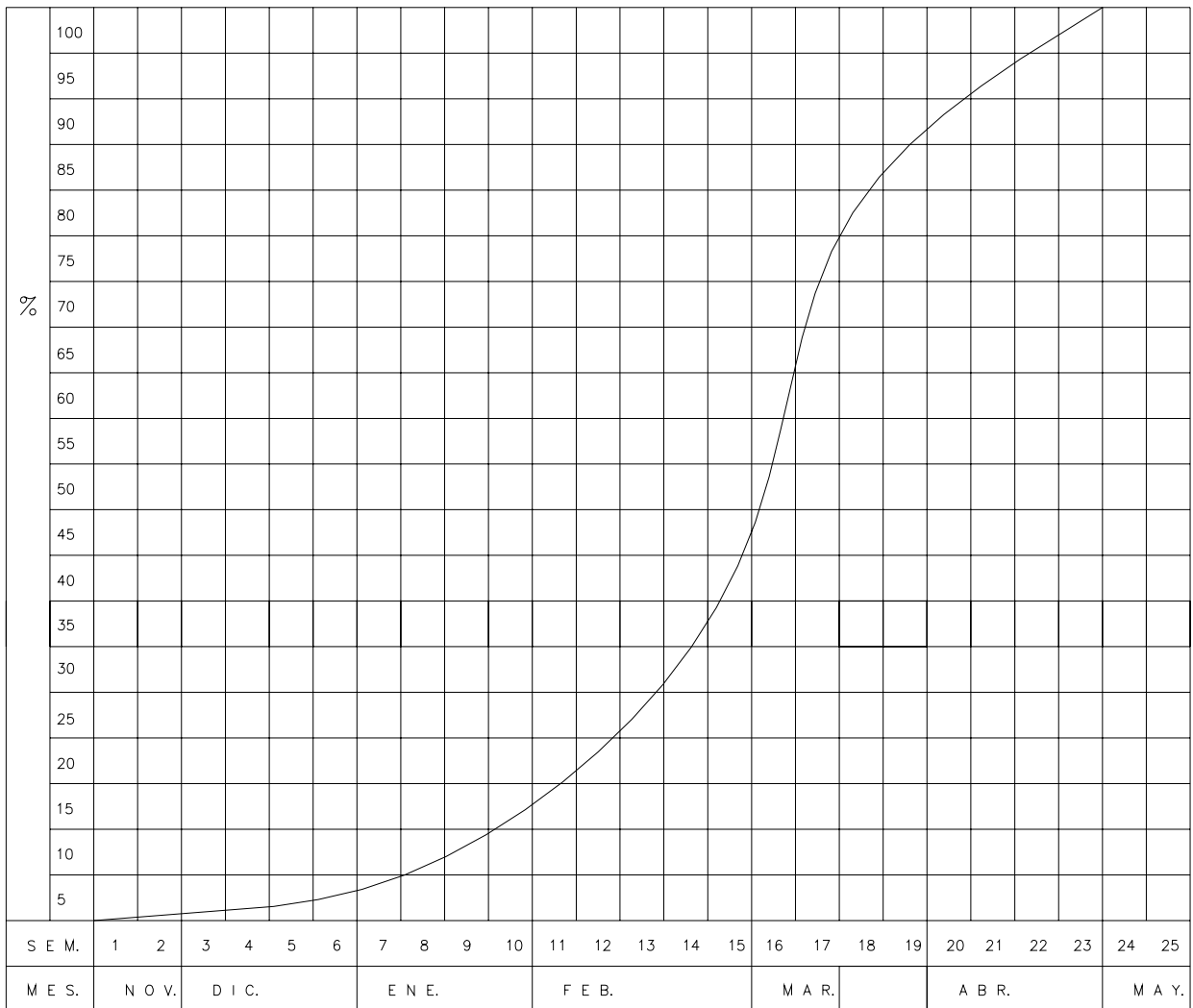
La gráfica que representa en forma más aproximada el flujo de la inversión sería la campana de Gauss, cuya curva acumulada sería la curva acumulada de inversión.



Grafica de flujo de inversión

Del programa de inversión se obtienen curvas de este estilo que representan el flujo programado de inversión. La curva acumulada es la que más se utiliza, ya que permite distinguir las desviaciones acumuladas y evaluar el resultado de las medidas correctivas tomadas en el curso de la obra.

Para llevar un buen registro del avance por inversión debemos conservar siempre la gráfica que representa el programa de inversión original y que se obtuvo del presupuesto original de la obra. Es decir, las aditivas y deductivas que se deben a fluctuaciones de precio o alteraciones al proyecto deberán considerarse por separado.



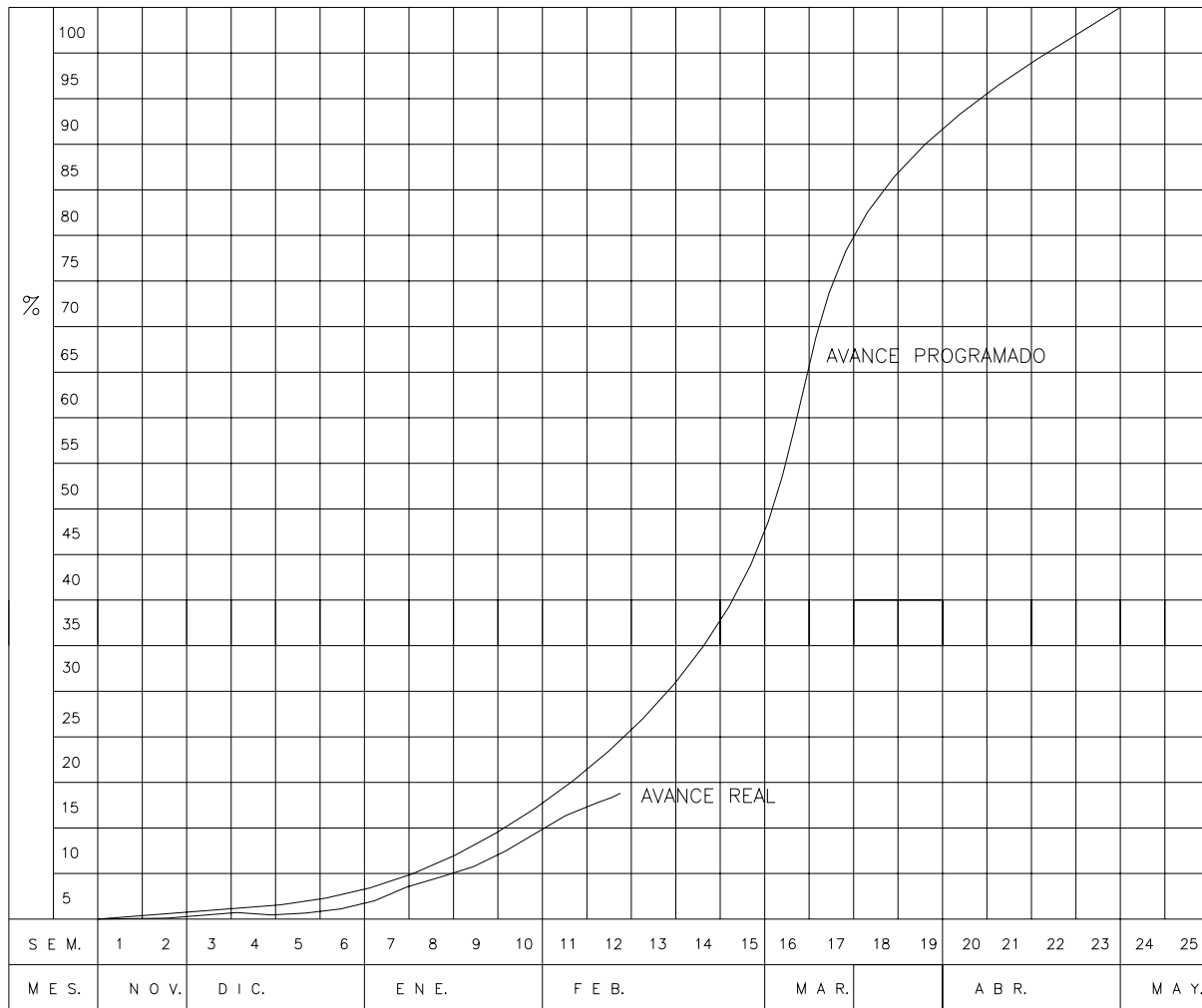
Curva acumulada de inversión

Del registro de etapas terminadas en una fecha de corte, y del valor de cada una de estas etapas, se obtiene el avance total de la inversión acumulada a esa fecha. Cabe recordar que el valor de cada etapa fue calculado durante el procedimiento para obtener el programa de inversión.

Si graficamos el avance observado a la fecha de corte, junto a la gráfica del programa de inversión, podemos apreciar con claridad lo siguiente:

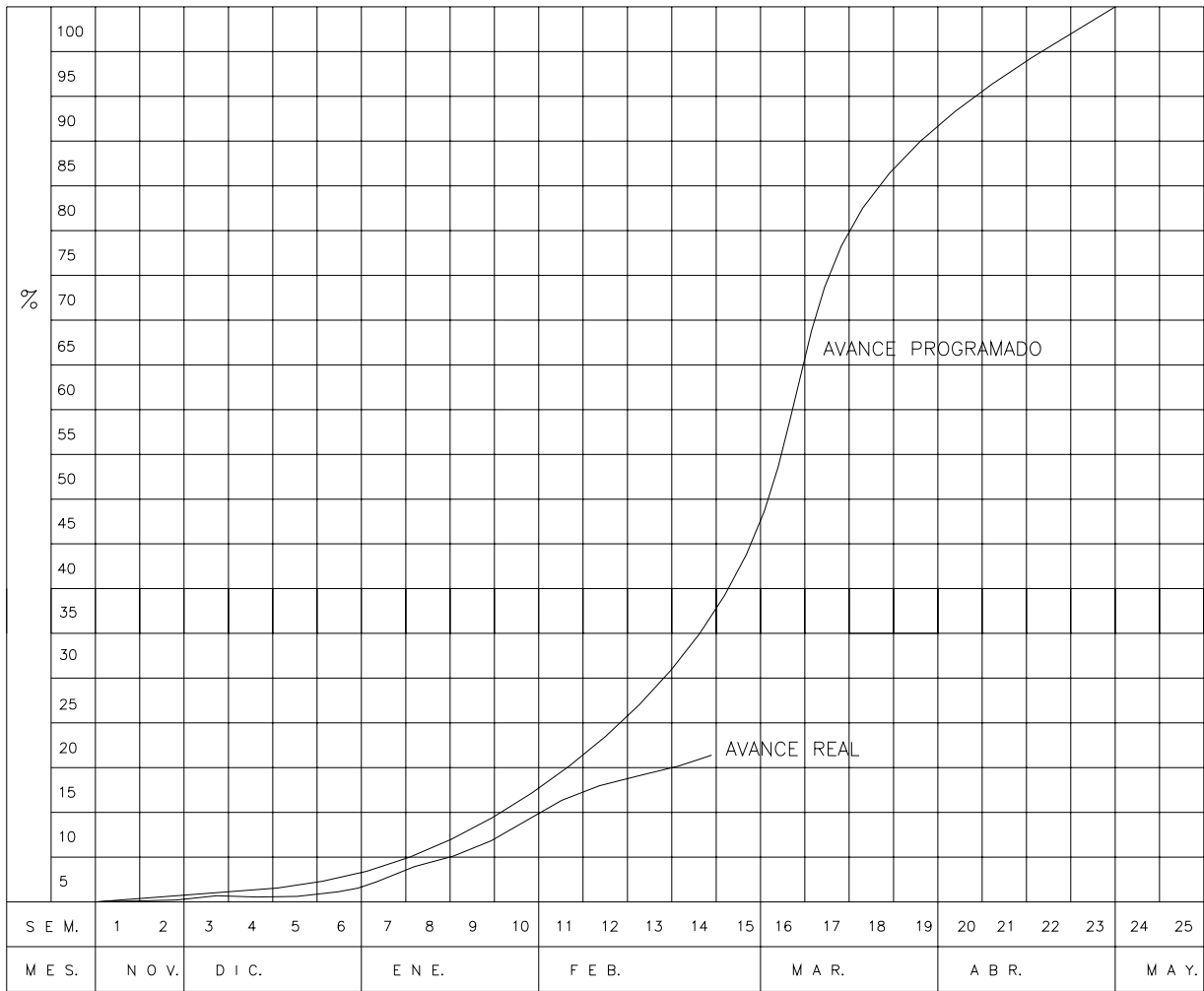


Desviación (Tendencia de la curva)



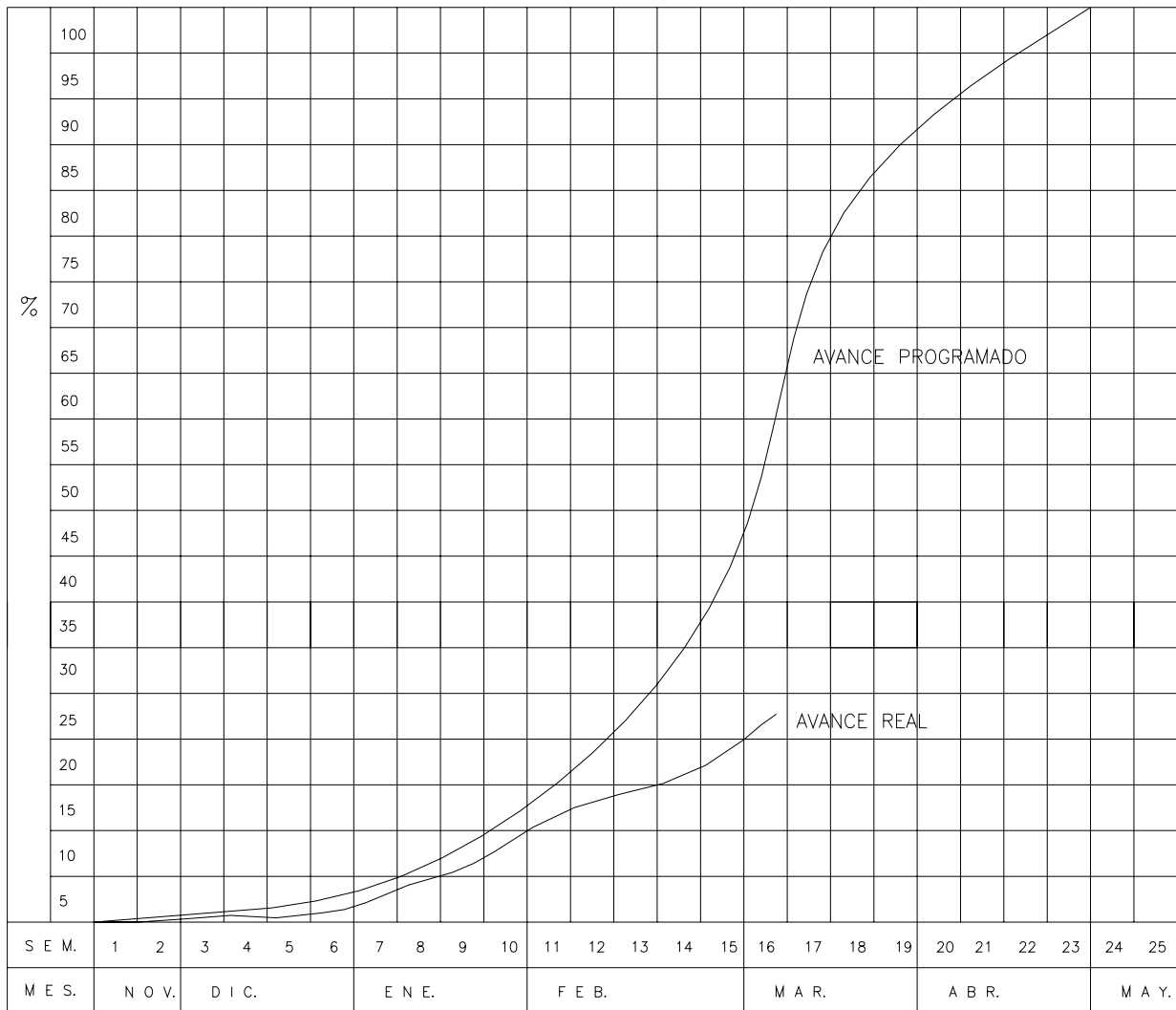
Nota: al detectar el retraso, se toman medidas para corregir el avance.

Avance programado vs avance real



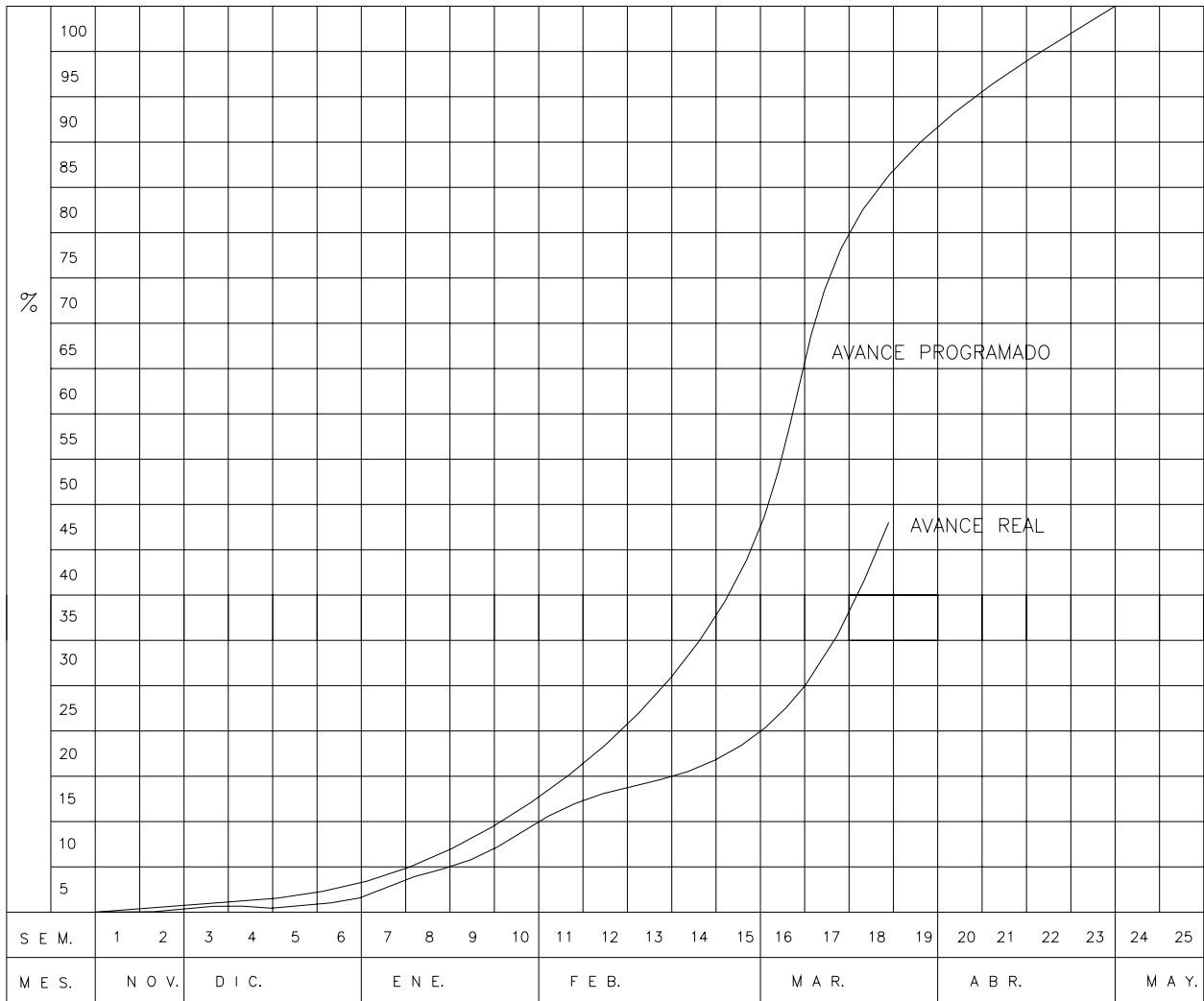
Nota: No hay mejora en la pendiente de la curva del avance real, con las medidas hechas.

Avance programado vs avance real



Nota: se observa una mejoría, sin embargo no es suficiente ya que la curva real sigue baja.

Avance programado vs avance real



Nota: La implantación de medidas tiene mejoras en la curva de avance real

Avance programado vs avance real

II.4.1.3 Control de recursos

Este control sirve básicamente constatar que se han ajustado a lo programado y evitar que se den desviaciones por falta de éstos. Asimismo, permite analizar las fallas por escasez o problemas de suministro, planteando las medidas correctivas que deberán tomarse. Básicamente, los recursos que deberán controlarse en las obras serán: mano de obra, equipo, cimbras, aceros, cemento, agregados, materiales para muros y todos aquellos suministros que intervengan en actividades críticas de la obra.

Para controlar la mano de obra se deberá comparar la cantidad calculada en los programas con la observada en el análisis de las listas de raya. Para controlar los suministros de materiales será necesario revisar las existencias en bodega y los programas de suministro de los contratistas con el fin de evitar requerimientos instantáneos que no se puedan surtir. Para controlar el equipo es necesario constatar su existencia en la obra y su correcto funcionamiento.

En la obra, la existencia de juegos de cimbra siempre deberá estar acorde con lo programado. Es importante controlar este recurso debido a que, si bien puede ser utilizado repetidas veces, el número de usos de cada juego no deberá ser mayor al planeado en el programa de obra, para no retrasar la obra en un momento crítico.

**II. 5 Alcance de las Partidas consideradas en los paquetes de estimación**

SEMANA	PARTIDA	CONCEPTO	ALCANCE
1	Cimentación	Trazo y nivelación	Lotificación + Rectificación de puntos + Trazo + Medidas + Escuadras
		Excavación	Referencias + Niveles + Excavaciones + Rellenos + Acarreos
		Instalación hidráulica y sanitaria	I. Hidráulica-ubicación + Aislamiento + Prueba a 5 kg/cm ² I. Sanitaria-ubicación + Diámetros + Profundidad + Pendiente
		Instalación eléctrica y de gas	I. Eléctrica-ubicación + Preparación de acometida I. De gas-ubicación + Diámetros + Profundidad + Prueba a 2.5 kg/cm ²
		Cimbra	Cimbra perimetral + Nivelación + Altura + Medidas + Escuadras + Espesor de cimbra muerta
		Armado	Protección de instalaciones + Armado + Amarres
		Colado	Vaciado de concreto + Revenimiento + Cilindros + Pulido + Curado
2	Estructura planta baja	Cimbrado	Arrastre + Puntales + Armado molde + Aplicación desmoldante + Plomos + Escuadras + Nivelación + Troqueles
		Armado	Protección de instalaciones + Habilitado + Armado + Amarres + Traslapes preparaciones + Silletas
		Colado	Vaciado de concreto + Revenimiento + Cilindros + Vibrado + Lavado cimbra + Pulido + Juntas + Curado
		Descimbrado	Desarmado molde + Acarreo + Limpieza paneles + Recolección accesorios
		Escalera	Trazo + Medidas de huellas y peraltes + Armado + Anclaje + Resistencia del concreto + Descimbrado
3	Estructura planta alta	Cimbrado	Arrastre + Puntales + Andamios + Armado moldes + Aplicación desmoldante + Plomos + Escuadras + Nivelación + Troqueles
		Armado	Protección de instalaciones + Habilitado + Armado + Amarres + Traslapes preparaciones + Silletas
		Colado	Vaciado de concreto + Revenimiento + Cilindros + Vibrado + Lavado cimbra + Pulido + Juntas + Curado
		Descimbrado	Desarmado molde + Acarreo + Limpieza paneles + Recolección accesorios
		Escalera	Trazo + Medidas de huellas y peraltes + Armado + Anclaje + Resistencia del concreto + Descimbrado
4	Albañilería Exterior	Colocación de ductos	Ubicación + Anclaje con balazo + Colganteo + Uniones
		Resanes	Colocación de metal desplegado + Resanes en muros + Resanes en losas
		Azotea	Recibir ductos + Pretiles + Chaflanes + Domo
		Balcón	Pendientes + Pretiles + Chaflanes + Barandales
		Patio de servicio	Firme + Pendiente + Muro pantalla + colocación del lavadero
		Bardas medianeras	Zapata +Junteo aparente + Castillos ahogados + Cadena de cerramiento
		Balcón	Pendiente + Pretiles + Chaflanes + Barandales
		Conexión de servicios	Colocación + Conexión + Nivelación + Registro + Caja de banquetas + Acometida de gas
		Aplanados exteriores	Andamios + Aplanados en muros exteriores + Resistencia del mortero
		Boquillas	Escantillones + Boquillas + Medidas + Plomo + Nivel



5	Albañilería Interior	Colocación de marcos y barandales	Ubicación + Anclaje + Plomo + Nivelación + Protección del marco
		Colocación de azulejo	Plomo + Nivel + Recortes + Ajustes + Junteo + Sardinel
		Resanes	Colocación de metal Desplegado + Resanes en muros + Perfilado de aristas y esquinas
		Aplanados interiores	Yeso en plafones + Yeso en muros + Perfilado de esquinas y aristas
		Boquillas	Escantillones + Boquillas + Medidas + Plomo + Nivel
6	Impermeabilización	Impermeabilización	Sellado + Colocación + Traslapes + Recortes + Ductos + Domo + Chaflanes + Goterón
7	Cancelería y puertas	Cancelería y puertas	Dimensiones + Perfilado del vano + colocación puertas + Plomo + Nivel + Abatimiento + Funcionamiento + Sellado + Protección + Colocación puertas + Instalación estantería + Sellado + Cancelería
8	Acabados interiores	Textura de plafón	Protección cancelería + Acabado uniforme + Adherencia + Limpieza
		Pasta en muros	Protección cancelería + Acabado uniforme + Adherencia + Limpieza
		Pintura	Protección cancelería + Acabado uniforme + Adherencia + Limpieza
9	Acabados exteriores	Encalado y pintura	Protección cancelería + Sellado + Acabado uniforme + Calidad del material + Limpieza
10	Muebles de baño (colocación)	Instalación de muebles de baño	Junta Prohel + Sellado W. C. + Anclaje lavabo + Conexiones
		Pruebas finales de instalación	Hidráulica 5 kg/cm ² + Sanitaria descargas y registros + Eléctrica contactos - Alumbrado - Tablero
		Colocación de puertas y accesorios	Puertas + Chapas + Mezcladoras + Llaves + Regadera + Accesorios eléctricos + Rejillas ductos
11	Limpieza final	Limpieza final	Retiro de material sobrante + Desperdicios + limpieza final de la vivienda + Limpieza exterior de la vivienda
Anexo	Instalación sanitaria	Instalación sanitaria	30% Cimentación / 30% Estructura / 40% Muebles de baño + Colocaciones
	Instalación hidráulica	Instalación hidráulica	30% Cimentación / 30% Estructura / 40% Muebles de baño + Colocaciones
	Instalación de gas	Instalación de gas	60% Cimentación / 40 Muebles de baño + Colocaciones
	Instalación eléctrica	Instalación eléctrica	30% Cimentación / 30% Estructura / 40% Muebles de baño + Colocaciones

NOTAS:

Las instalaciones varían de acuerdo a los prototipos.

Los alcances varían de la misma manera de acuerdo a los prototipos, no son limitativos.

En los prototipos los alcances se aplican de acuerdo a consideraciones en la plaza.



CAPITULO TERCERO

SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

III.1 Introducción

Los sistemas constructivos están basados, casi siempre, del intento de tener una mayor eficiencia y una mayor economía utilizando al máximo las propiedades inherentes de cada material, las cuales acaban por influir en las dimensiones de los espacios, en la geometría de las formas, en los colores y en las texturas. Existe una gran variedad de materiales de construcción que pueden ser empleados en viviendas, ya que la situación económica lo permita. Entre algunos, podemos encontrar el acero, la madera, el vidrio, el concreto, el tabique, la mampostería, etc. De la misma manera existe una variedad muy grande de acabados y texturas tanto interiores como exteriores que distinguen a las viviendas de tipo residencial, de cualquier otro tipo de vivienda. Los materiales que se usan, se escogen de acuerdo al gusto del usuario y al presupuesto o posición económica en la que se encuentre.

Desde hace muchos años el hombre ha aprendido a construir estructuras que abarcan un amplio rango de aplicaciones, tales como: caminos, mercados, edificios, recipientes para contener líquidos, estadios, viviendas, etc., que sirven para atender una necesidad de adaptabilidad, pero además deben realizar su función con seguridad, comodidad, buena apariencia y óptima utilidad.

El sistema constructivo tradicional tiene su historia en el desarrollo de los materiales y en el crecimiento de las necesidades de la población, por ello, actualmente es uno de los sistemas más conocidos y aplicados en la construcción de viviendas.

Actualmente la necesidad de vivienda es un problema que requiere de soluciones urgentes, reales y objetivas.

Características de los materiales.

Es importante conocer las características de los materiales estructurales. Desde luego, hay que aclarar lo que se entiende por material estructural y, en este sentido, al acero, concreto, piedras, tabiques, madera, etc., se les conoce como materiales estructurales, que son utilizados en la construcción para soportar las cargas y proporcionar resistencia y estabilidad. Otros tipos de materiales que también se usan en la construcción son para los acabados o para la protección contra el intemperismo.

- **Mampostería**

Es el conjunto de elementos pétreos naturales o artificiales (llamadas piezas), unidos (junteados) por medio de un mortero para formar una estructura resistente.

El empleo de este material es muy amplio en la edificación, debido a la metodología simple que requiere, es decir, los factores de seguridad que se emplean son altos y en ocasiones no reflejan el comportamiento real de la mampostería.

En la actualidad, la mampostería se emplea tanto en la construcción de viviendas unifamiliares como multifamiliares, contando con estructuras de hasta cinco niveles (existen casos de mayor altura).

La mampostería puede ser de piedras naturales (areniscas, basaltos, granito, mármol, etc.), o artificiales (arcillas, concreto, silicio calcáreo, etc.), y su presentación es diversa, por ejemplo al natural, en el caso de piedras o en forma de tabiques y bloques, tanto macizos como huecos, en el caso de la arcilla y el concreto.



- **Comportamiento estructural de la mampostería**

La forma en que trabaja más eficiente la mampostería es ante los esfuerzos de cargas axiales. La resistencia de un muro ante este tipo de esfuerzos depende principalmente de la resistencia de las piezas que la forman y de manera mucho más secundaria de la calidad del mortero. La resistencia de compresión de un elemento de mampostería de distintas combinaciones de piezas y morteros varían entre el 30% y el 50% de la resistencia de las piezas que la forman; los esfuerzos permisibles para muros son mucho menores, ya que para ello hay que considerar los efectos de esbeltez del muro, de la excentricidad de las cargas y, además, los factores de seguridad necesarios.

La resistencia a la flexión normal a su plano de la mampostería como puede ser debida al empuje del viento o a la excentricidad de la carga axial, es muy baja debido a la escasa resistencia en tensión de las juntas entre piezas y mortero. Si estos efectos son importantes la resistencia debe ser proporcionada por refuerzo vertical.

Un efecto crítico en la mampostería es el de las cargas laterales que actúan en su plano, como las debidas a los empujes de sismo o hundimientos diferenciales. Estas cargas tienden a producir distorsiones en el muro y esfuerzos de tensión principales en la dirección normal a una de las diagonales del muro, los cuales pueden provocar una falla a través de una grieta que atraviesa diagonalmente al muro. La falla puede deberse a debilidad de las piezas en tensión o, con más frecuencia, a la debilidad de las juntas ante esfuerzos diagonales y de tensión. Esto último tiene como consecuencia que el empleo de piezas de alta resistencia no mejora notablemente la resistencia ante cargas laterales, ya que ésta se encuentra regida por la resistencia de la junta. Esta última se mejora con la utilización de morteros especiales y de piezas rugosas o con muescas que produzcan una buena adherencia.

El extenso estudio que se ha realizado acerca de las propiedades mecánicas y el comportamiento estructural de la mampostería ha permitido la elaboración de normas de diseño bastante completas.

- **Sistemas estructurales en mampostería**

- a) mampostería no reforzada:

Las construcciones de tabique y bloque sin refuerzo han tenido un comportamiento muy deficiente ante el efecto de sismos o de movimientos de las cimentaciones; adolecen de dos defectos muy graves: la liga deficiente que se logra entre muros transversales, por el simple cuatrapeo de las piezas, no es suficiente en muchos casos para impedir el volteamiento de los muros ante empujes normales a su plano y la falta de confinamiento y refuerzo hace que pueda ocurrir una falla frágil por el efecto de las cargas en el plano del muro.

Una fuente muy frecuente de daños y colapsos es la presencia de huecos como son puertas y ventanas no reforzadas, en los que la concentración de esfuerzos se presenta en las esquinas en las que se presentan agrietamientos diagonales que llevan a la falla de todo el muro. Este tipo de construcción debe evitarse en zonas sísmicas.

- b) mampostería confinada

Se denomina así a los muros que están rodeados en su perímetro por castillos y dadas que forman un marco que encierra tableros relativamente pequeños, proporcionándoles una capacidad de deformación mayor que la del muro no reforzado y una liga muy efectiva con los elementos adyacentes. Con este sistema se reduce mucho la probabilidad de colapso de la construcción y de daños mayores, no se evita la posibilidad de agrietamientos diagonales en los muros, ya que la resistencia en tensión diagonal de la mampostería no se incrementa apreciablemente por la presencia de dadas y castillos. El proceso constructivo para la mampostería confinada es bastante lento.

- c) mampostería con refuerzo

Es un sistema que consiste en reforzar los muros de piezas huecas con barras verticales en los huecos de las piezas y horizontales en las juntas o en las piezas especiales. Este sistema se emplea en bloques de



concreto así como en tabiques huecos de barro. En zonas sísmicas lo más recomendable es rellenar completamente los huecos con concreto muy fluido que se van colando conforme se va construyendo el muro. También en zonas sísmicas es común colar un muro de concreto entre dos muros de mampostería. El refuerzo horizontal debe colocarse en piezas especiales en forma de “U”. Los reglamentos admiten incrementos hasta de un 100% en la capacidad en carga vertical y de un 500 % en el esfuerzo cortante resistente de muros con la cantidad de refuerzo mínimo especificado.

d) muros de relleno

En construcciones cuya estructura principal está constituida por marcos de concreto o de acero, es frecuente el empleo de muros de mampostería, ya sea como paredes divisorias independientes de la estructura principal, o como diafragma que llenan completamente una crujía. En este último caso el marco y el muro actúan en conjunto como una sola unidad estructural de gran rigidez. Se tienen registrados varios casos de daños por falla de muros de mampostería de este tipo ante el efecto de sismo. Estos daños se deben a la incompatibilidad entre la flexibilidad de la estructura principal con base en marcos y la fragilidad (incapacidad de soportar distorsiones) de la mampostería. No es de mucha utilidad reforzar la mampostería en estos casos y generalmente se adoptan por dos soluciones; una es hacer la estructura más rígida para que sus deformaciones laterales estén dentro de los límites que es capaz de soportar la mampostería y otra es desligar los muros mampostería de la estructura principal de manera que los movimientos de ésta no los afecte.

• **Materiales para mampostería**

a) Adobe

El adobe esta hecho de arcilla y su fabricación es la más elemental. A esta arcilla plástica se les agrega paja o zacate cortado a un tamaño no mayor a las dimensiones del adobe. La mezcla así preparada es batida y vaciada en moldes denominados “gaberás” que se colocan sobre el terreno mismo que sirve de fondo al cajón formado por este marco. En él es comprimido o apisonado perfectamente a mano, retirando el molde a los 5 o 10 minutos, tiempo en el que la mezcla ha tomado una determinado consistencia. Luego sigue el procedimiento de secado que debe ser lento, siendo recomendado un mínimo de cuatro meses para poder usar este material en muros.

La calidad de este material es pobre debido a que no se le deja secar el suficiente tiempo, lo que ocasiona que conserve humedad al ser empleado y siga su proceso de secado ya aplicado en los muros. Un defecto del adobe es su poca resistencia al desgaste y al salitre. El peso aproximado por m³ es aproximadamente de 1800 kg. Y su resistencia es más a menos, de 1kg/cm². No se pueden construir más de dos pisos de altura en la que ya se obtiene la fatiga máxima en muchos casos.

b) Bloques de tepetate

El tepetate es una roca de construcción muy empleada en el país a causa de su ligereza y bajo precio, no obstante cuando se aplica en la construcción de muros, presenta inconvenientes muy serios que lo hace un material inadecuado. La cohesión del tepetate es mínima, lo que hace imposible labrarlo con aristas vivas, presentando enorme defecto de que pierde fácilmente su agua de cantera, volviéndose terroso en exceso y pulverizándose, perdiendo por lo tanto sus propiedades como piedra de construcción.

c) Ladrillos a base de cal

La escasez de arcilla en muchas partes, y la existencia de cal en algunas otras, hace que este tipo de tabiques se utilicen; su proceso de fabricación es el siguiente: puede hacerse con escorias con proporciones de un 75% a los que se agrega un 25% de cal hidráulica apagada, para obtener una pasta que se coloca en moldes de hierro, y son comprimidos generalmente a máquina, dejándose secar después al aire libre, adquiriendo una gran cohesión a los dos o tres meses de fabricación.



d) Ladrillos a base de yeso

Es un material que presenta ventajas desde diversos puntos de vista. El yeso es moldeado con diversas fibras, con el objeto de darle mayor cohesión y aumentar su resistencia, y como el yeso es un material sumamente moldeable, casi todas estas piezas presentan huecos en su parte interior con el objeto de disminuir el peso de las mismas.

e) Tabique ligeros

Consientes que uno de los problemas de la Ciudad de México es el peso de los edificios, dado el subsuelo con que se cuenta, la industria se ha visto en la necesidad de estudiar y fabricar piezas cada día más ligeras, ya sea utilizando el barro, la cal o el cemento como material aglutinante o integral y mediante diversas formas, huecas casi todas ellas.

f) Ladrillo y tabique de barro común

Los ladrillos comunes se hacen con arcilla conteniendo una pequeña proporción de arena, no debiéndose usar únicamente arcillas plásticas en su formación al pasar por el proceso de cocimiento. La pasta debe mezclarse arena o margas calcáreas en proporción no mayor de una quinta parte del total, y solo cuando falte plasticidad a las arcillas se le podrá mezclar arcillas plásticas o en su defecto, margas o calizas. La arcilla más conveniente para la fabricación es aquella que contiene el 45 a 80 partes de sílice; 15 a 40 de alúmina y menos de 18% de agua. Una vez preparada la mezcla se le va añadiendo agua y se va pisando o batiendo con el propósito de darle la mayor homogeneidad posible, luego se vacía en moldes y allí se comprime a mano y se retira el molde después de un tiempo. Para proceder al horneado de estas piezas, es preciso que se encuentren perfectamente secas, pues si son horneadas cuando contengan un porcentaje alto de humedad, se deforman y se tuercen perdiendo su forma original. El tiempo correcto de reposo de este material es de dos a tres meses.

• **Mortero**

El mortero también llamado cemento de albañilería, es un cemento Pórtland mezclado con materiales inertes finamente molidos. En otras palabras, es cemento con arena y agua; y lo que lo distingue del concreto armado es la ausencia de agregados gruesos (las gravas).

Se utiliza el cemento de albañilería o mortero para propósitos múltiples, que incluyen bloques de concreto, plantillas, superficies carreteras, acabados, zarpeados y para recubrir el ladrillo rojo horneado. Este tipo de cemento no debe usarse en concreto estructural.

El mortero es un producto diseñado para trabajos de albañilería; cumple ampliamente con todas las especificaciones de calidad establecidas en la norma mexicana NMX-C-21-1981.

El mortero está diseñado para trabajos en donde no se requieren elevadas resistencias a la compresión sino tan solo a propiedades ligantes y/o aglutinantes, por ejemplo plantillas, cimentaciones de mampostería, pegado de bloques y ladrillos, aplanados, pisos y firmes.

La elaboración y colocación del mortero de asiento, se debe realizar con mucha atención, para así obtener muros con las siguientes características:

- Buena resistencia
- Juntas Impermeables
- Sin puentes térmicos e hidrófugos
- Adecuada terminación estética

La calidad de los morteros está dada por los materiales que los componen, cumpliendo cada uno con una función específica:

- Cemento Pórtland: da al mortero, resistencia y durabilidad



- Arena: es el relleno del mortero proporcionando el cuerpo necesario, limitando la concentración y controlando la fisuración
- Agua: es fundamental, para que se generen las reacciones químicas del cemento y participa como lubricante.
- Aditivo: necesario para obtener mezclas impermeables y mas trabajables.

El procedimiento de mezclado adecuado para un buen mortero se puede realizar de dos maneras diferentes:

- El Mezclado mecánico es el realizado con hormigonera o “perita” y el más conveniente de los dos, los pasos a seguir son:
 - I. Agregar la mitad del agua necesaria
 - II. La mitad de la arena
 - III. Todo el cemento y el resto de la arena
 - IV. El resto del agua
 - V. Dejar que la hormigonera agite el pastón durante 3 a 5 minutos hasta alcanzar la consistencia adecuada
- El Mezclado manual es generalmente utilizado para pequeñas cantidades, los pasos a seguir son:
 - I. Distribuir la arena en la caja de batido, bandeja o carretilla
 - II. Sobre la arena, distribuir cemento
 - III. Mezclar en seco los materiales
 - IV. Agregar agua hasta lograr una consistencia uniforme, asegurando que la cantidad no sea en exceso
 - V. Lograda la consistencia, dejar reposar durante 5 minutos y mezclar nuevamente con pala, agregando agua en caso de ser necesario

NOTA: Si fuera necesario quitar el exceso de agua, la manera correcta es hacerlo en forma proporcional, es decir, no sólo agregar arena sino también cemento, respetando así las dosificaciones.

- **Acero de refuerzo**

El uso de acero de refuerzo ordinario es común en los elementos de concreto. Este acero es muy útil para:

- Aumentar ductilidad y resistencia
- Resistir esfuerzos de tensión y compresión
- Resistir cortante, torsión y agrietamiento
- Reducir deformaciones a largo plazo
- Confinar concreto

El acero de refuerzo se usa comúnmente en la región de altos esfuerzos locales de compresión. Tanto en miembros postensados como pretensados es usual proveerlos de arillas de acero longitudinal para controlar las grietas de contracción y temperatura. Finalmente a menudo es conveniente incrementar la resistencia a la flexión de los elementos que forman parte de la obra. Las varillas se pueden conseguir en diámetros nominales que van desde 3/8” hasta 1 3/8”, con incrementos de 1/8” y también en dos tamaños grandes de más o menos 1 3/4” y 2 1/4” de diámetro.

Se entiende por varilla corrugada aquella barra de acero especialmente fabricada para usarse como refuerzo del concreto y cuya superficie está provista de rebordes o salientes llamados corrugaciones, los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

En general el tipo de acero se clasifica en grados de acuerdo con su límite de fluencia mínimo, es decir, de 30, 42 y 52 kg/mm², los que se designan, respectivamente, como de grado 30, 42 y 52.

En general la utilización de materiales apropiados en la obra nos dará mejores rendimientos, reducción en los tiempos de ejecución, mejor manejo, etc.



III.2 Proceso constructivo tradicional.

Todos pensamos que construir un casa es fácil, pero no es así, para construirla debemos de llevar a cabo una técnica propia; debemos tomar en cuenta una serie de reglas establecidas para la construcción. A cada casa se le aportan ideas dependiendo de la capacidad económica de la población, por ello se deben usar las técnicas precisas para cada casa. Ahora en cuestión de construcción, de buscar una buena técnica, no tiene que ser costosa, una casa bien construida es cómoda, económica, segura, fácil y duradera, o sea, que mientras mejor se construye la casa, mejor precio de venta se obtendrá cuando se termine.

III.2.1 Cimentación y anclaje

La cimentación es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno, el cual es el único elemento que no podemos elegir, por lo que la cimentación la realizaremos en función del mismo.

Estas cimentaciones se clasifican en:

- Cimentaciones superficiales
- Cimentaciones profundas
- Cimentaciones especiales

Las cimentaciones superficiales engloban las zapatas en general y las losas de cimentación. Los distintos tipos de cimentación superficial dependen de las cargas que sobre ellas rehacen:

- Puntuales: zapatas aisladas
- Lineales: zapatas corridas
- Superficiales: Losas de cimentación

Sus aportes son:

- a) Transmitir las cargas al terreno portante.
- b) Vínculo entre la estructura y el terreno, para la denominada interacción suelo estructural al llegar el movimiento sísmico.

Para el caso de la mampostería estructural, las cargas llegan a la cimentación en forma uniformemente distribuida a lo largo de los muros del primer nivel. Esta característica genera la necesidad de tomar estas cargas mediante unas pocas alternativas de cimentación, así:

Cimentación o Zapatas "Corridas": es decir, de dimensión uniforme a todo lo largo de cada muro.

El ancho del cimiento depende de:

La magnitud de las cargas verticales.

Las características del terreno de cimentación (Capacidad portante y Compresibilidad).

Otras circunstancias del terreno pueden obligar a construir una sub-base debajo de los cimientos. Esta puede ser de concreto ciclópeo, concreto simple, Suelo-cemento, ó, inclusive, un sistema de pilotaje.

Cimientos continuos: es decir, placas de cimentación que ocupan toda el área proyectada de la edificación, normalmente recomendadas cuando la capacidad portante del terreno es muy baja, ó cuando su compresibilidad es muy alta (riesgo de asentamientos excesivos).

También es común que bajo la placa continua de cimentación se construya una sub-base, ya sea por necesidad de lograr un nivel determinado en el primer piso, ó porque es necesario sustituir el terreno superficial.



III.2.2 Muros

Se define como muro: “Toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno”.

El muro desempeña la misión de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento. La carga vertical puede venir de una cubierta situada sensiblemente a nivel del terreno o puede ser producida también por uno o varios apoyos sobre el muro y por pilares que apoyan en su coronación transmitiéndole las cargas de las plantas superiores.

Parte fundamental del sistema constructivo tradicional, el cual es probablemente el que más ha evolucionado. El muro puede tener tres funciones principales: cargar, aislar y separar, pudiendo desde luego intentar otras clasificaciones:

- por su trabajo mecánico en muros de carga, muros divisorios, muros de contención o retención
- por su posición misma en muros interiores y muros exteriores
- por su construcción en muros opacos, translúcidos o transparentes
- por su posición dinámica en muros fijos o móviles

Muros de carga

Su función es cargar o soportar, y por lo tanto será un elemento sujeto siempre a compresión. El material por lo tanto debe estar condicionado para esta característica, es decir, resistencia y, desde luego, economía y constructibilidad, por lo que los materiales tradicionales con más ventajas podrían ser la piedra, el tabique o ladrillo y el concreto.

La función primordial de un muro de carga es la transmisión a la cimentación o a los elementos inferiores de las cargas que soportan en su parte superior, o bien que éstas provengan de losas o de otros elementos horizontales que se los transmitan. En esa forma quedan trabajando por compresión y los materiales utilizados para ello deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía, durabilidad, etc., que se requieran. Los más usados son la piedra, el tabique y el concreto armado. El espesor de un muro de esta clase queda íntimamente relacionado con la fatiga de trabajo del material empleado en su construcción, la que se calcula por unidad de longitud.

Diferentes tipos de muros de carga:

a) muros de piedra

Éstos pueden estar constituidos por muy diversas clases de materiales pétreos, y podemos clasificarlos de acuerdo sobre que está colocada la piedra (labrada).

Mampostería de primera: ésta consiste en ajustar perfectamente una piedra contra otra, y en la que se ha labrado perfectamente, con objeto de lograr el que asienten a hueso todas ellas. De esto se desprende que, para este tipo de muros no sea necesario usar mortero, pues las piedras por sí solas tienen un amarre suficiente; aún así se acostumbra utilizar algún tipo de mortero para facilitar su trabajo (manejo).

Mampostería de segunda: es aquella donde se trabaja sólo una cara de la piedra, la exterior, y los huecos comprendidos entre ellas son llenados con mortero. Ésta es probablemente la más usada, ya que el costo no es tan alto, con respecto al de la mampostería de primera, si bien no es tan buena en acabado sí presenta buenos índices de trabajo y transmisiones de presiones.

b) muros de bloques de tepetate

Este material presenta muchos problemas para su utilización en muros de carga, por lo que no es recomendable. No obstante estos defectos, fue un material muy usado en la construcción, lo cual se hacía intercalando hileras de bloque de este material, que se rejoneaban con piedra o pedacearía de tabique para



proteger sus aristas, con hilada de tabique que de barro recocido. Este material es recomendado en la construcción de cercas o bardas, pues su resistencia es muy baja.

c) muros de adobe

El adobe es un material que presenta poca resistencia al desgaste y al salitre, por lo que no es recomendable utilizarlo en lugares donde exista este último. Debido a su gran peso y su escasa resistencia a la compresión, los muros hechos con este material no pueden ser de gran altura ni soportar cargas excesivas.

d) muros de tabique

Este material es probablemente el más utilizado para muros de carga tanto en interiores como en exteriores. Hay tabiques compactos, perforados y huecos con el fin de llenar las diversas necesidades y proporcionar a los muros características especiales tales como la impermeabilidad, aislamiento térmico y acústico, mejor adherencia al mortero, mayor ligereza, etc.

Cuando se usan tabiques huecos, el muro puede hacerse en diferentes espesores, según el número de paredes resistentes que se quiera tener, así como el número de cámaras de aire. A mayor número de ellas mayor aislamiento acústico tendrá este elemento.

Muros divisorios

Su función es la de separar o aislar y por lo tanto se le pueden pedir diversas características como que sean aislantes acústicos o térmicos, que sean impermeables o bien que tengan una determinada resistencia a la fricción o a los golpes. Hay pocos materiales que cumplan o reúnan por sí solos todas estas características por lo que es muy común que se usen recubrimientos para satisfacer las características solicitadas.

Todos los muros que estén hechos a base de tabique de barro, de cal, o de cemento, y en lugares que exista humedad y salitre, deberán ser impermeabilizados y aislados del terreno en su base, mediante cualquier procedimiento de impermeabilización. Al ejecutarse el desplante de esta forma se evita que el salitre o la humedad, tan frecuente, invadan los muros, lo que ocasiona parte de la destrucción propia del material.

Juntas

Es probablemente este elemento el más importante en lo que respecta al proceso constructivo de muros de carga a base de tabique, obviamente a la par que otras características tales como las de verticalidad o plomo en los paramentos, y horizontalidad en las hiladas.

Su espesor máximo aceptable es de 1.5 cm, pues en caso de excederse a esta medida quiere decir que la cantidad de mortero empleado es muy grande, cosa que va en detrimento de la resistencia a la compresión y al flambeo del muro. Desde luego debe decirse que la fatiga a la compresión de un muro, debe calcularse de acuerdo con el elemento de menor resistencia, bien sea éste la materia usada o el material de junteo.

Los morteros más usados son hechos a base de una mezcla de cal y arena en proporciones 1:5 ó 1:6.

Es importante hacer notar que el trabajo del muro depende de gran parte de sus juntas, y por lo tanto, en un muro las verticales no deben coincidir por ningún motivo sino se debe hacer cuatrapeo entre las piezas con el objetivo de romper continuidad. Solo en muros de recubrimiento es aceptable que las juntas sean continuas con el objeto de denotar que este material no está trabajando como muro de carga, sino únicamente como recubrimiento.

III.2.3 Losas

La construcción del techo dependerá del proyecto tanto arquitectónico, como estructural. En algunos casos los techos también dependerán de las condiciones tanto económicas como climáticas del lugar donde se desarrolle el proyecto.



Existen diferentes tipos de techos o cubiertas, algunos de ellos son de concreto o materiales prefabricados; otros menos utilizados son de láminas (cartón, asbesto o metálicas), tejas y otros materiales.

Las losas de concreto son las más resistentes, y existen diferentes tipos, los sistemas de losa tradicionales (losas sólidas y aligeradas, armadas y coladas en obra) y los sistemas de losa con base en elementos prefabricados (losas de vigueta y bovedilla, y otros).

El sistema de vigueta y bovedilla esta basado en elementos prefabricados, los cuales tienen las siguientes características:

- **Vigueta:** es el elemento fundamental del sistema vigueta bovedilla, ya que es el encargado de soportar el peso de la losa y las cargas sobre ella, y de trasmitirlas a los cerramientos o trabes.
- **Bovedilla:** ya que son elementos huecos, sirven para aligerar la losa y a su vez eliminar la cimbra. Esas no tienen ninguna función estructural.
- **Capa de compresión:** es una capa de concreto que sirve para integrar monolíticamente las viguetas y los cerramientos.
- **Malla electro-soldada:** ya que el acero calculado para la capa de compresión es el mínimo requerido por temperatura y contracción. para capas de 3 a 4 cm se recomienda malla electro-soldada 66x10x10 y para capas de 5 cm malla electro soldada 66x8x8.
- **Apuntalamiento:** Mientras se montan las viguetas, las bovedillas y hasta que el concreto colado en obra alcanza una resistencia adecuada se debe apuntalar. Se recomienda un mínimo de siete días después de colar y con una contraflecha que varía en cada proyecto.

III.2.4 Proceso

La necesidad de vivienda ha hecho que se adapten distintos procesos de construcción de viviendas pero el más conocido es el "sistema constructivo tradicional", desarrollado con el ingenio y habilidad de los mexicanos.

Cimentación y anclaje

Una vez terminados los cimientos se procede a construir una cadena de concreto armado, para repartir el peso de los muros, sus dimensiones varían de acuerdo con las características del proyecto y esta corre a lo largo de la cimentación.

En la cadena de cerramiento se colocan los armados de los castillos; los cuales deben quedar anclados en las cadenas de cimentación antes de colar. Las puntas de las varillas del armado de los castillos, se doblan para anclar esas varillas salientes, con las cadenas de remate.

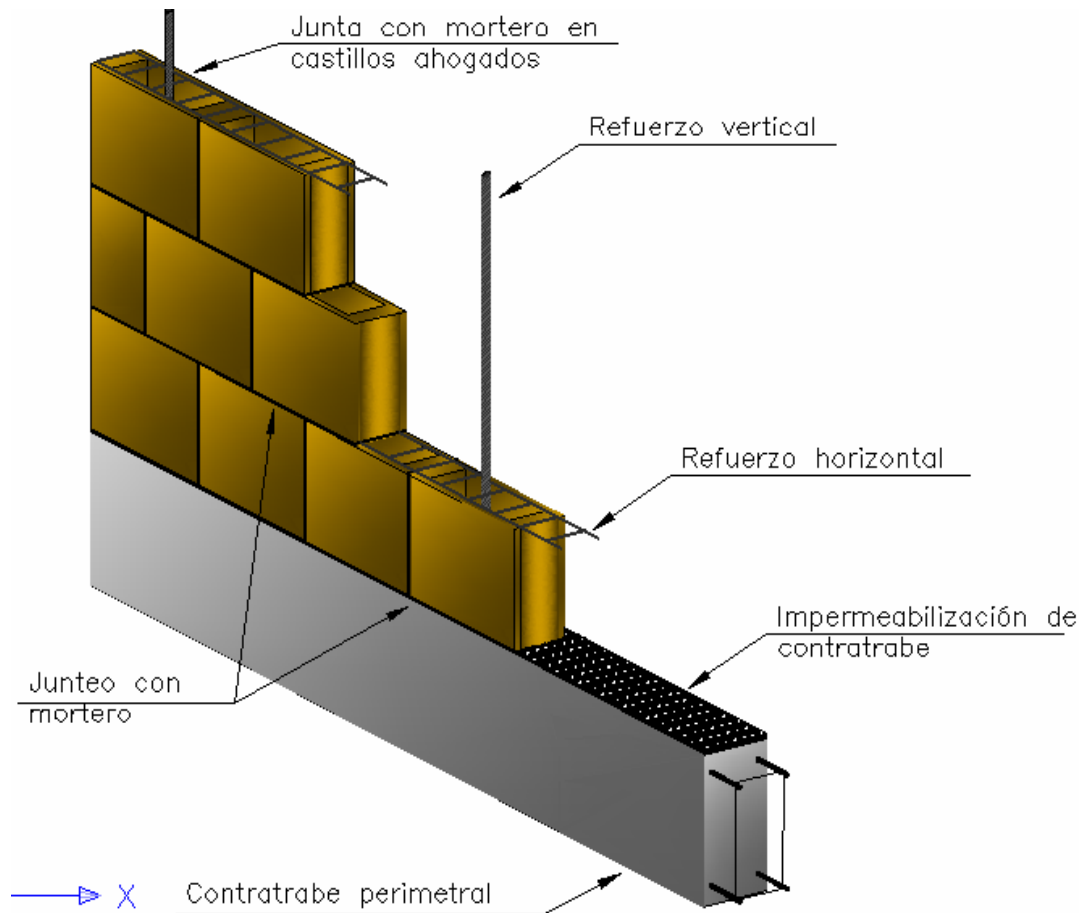


Una vez colocados todos los armados se coloca la cimbra para colar la cadena de cerramiento, esta cimbra se hace con tablas de madera de 10 cm de ancho por 2.40 m de largo, la unión entre tablas se hace con travesaños de 5x10 cm, y se colocan espaciados, la cimbra deberá ir bien amarrada para no permitir posibles deformaciones.

Esta mezcla de concreto se coloca en el molde de la cadena y se pica con una varilla o se utiliza un vibrador para eliminar todos los huecos de aire que se pudieran crear durante el colado. La superficie de la cadena tendrá un acabado liso y uniforme el cual se dará con una cuchara.

Muros

El muro de block, requiere de un proceso constructivo diferente al muro de tabique o de tabicón. No requiere del uso de castillos como los conocemos, a diferencia del muro de tabique necesita refuerzos de acero vertical y horizontal, al refuerzo horizontal se le llama escalerilla, y el refuerzo vertical consiste en varillas de 3/8" ahogadas desde el cimiento, a una distancia, de la mitad de lo que muro tendría de altura, y después se traslapa su otra mitad, dando los 40 cm de traslape, tanto de una varilla como de la otra.



Dentro del proceso la escalerilla iría a cada 3 hiladas y los refuerzos verticales a manera de castillos, van cada 1 m. Estas varillas no llevan estribos, y se van amarrando con alambre recocido a la escalerilla.

En el caso de las instalaciones, se aprovecharían los huecos existentes y para los contactos, salidas de agua, etc., ranuramos la pieza, en donde no sea necesario, no se recomienda hacerlo, para no perder solidez en la pieza.



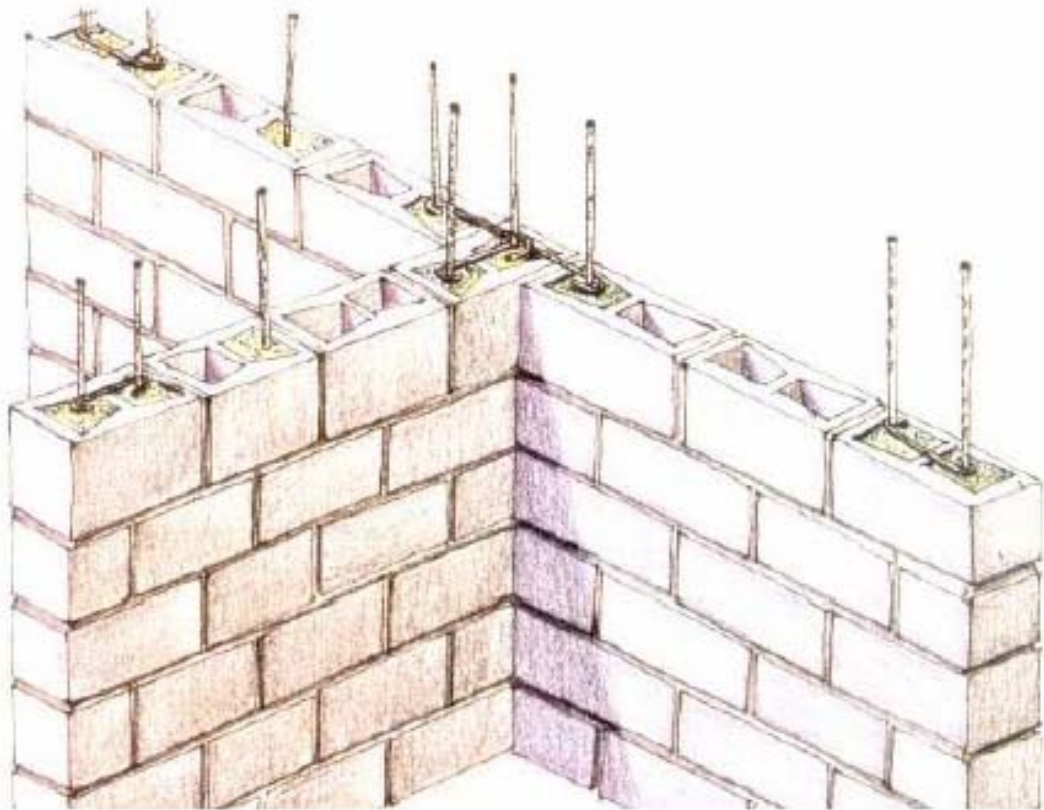


El proceso de construcción de los muros inicia con su impermeabilización, este proceso se puede hacer de dos formas, impermeabilizando la parte de arriba de la cadena o desde la segunda hilada; sobre todo si el terreno es muy húmedo y salitroso.

Después de la impermeabilización se procede a armar el muro de tabique cuidando que la cadena de desplante del cimiento esté a nivel. La mezcla para levantar los muros se hace con una mezcla de mortero y arena (la junta de concreto es muy importante y por lo general debe cubrir ciertos requisitos para ser funcional y económica de acuerdo al proyecto).

Las recomendaciones generales para la construcción del muro son las siguientes:

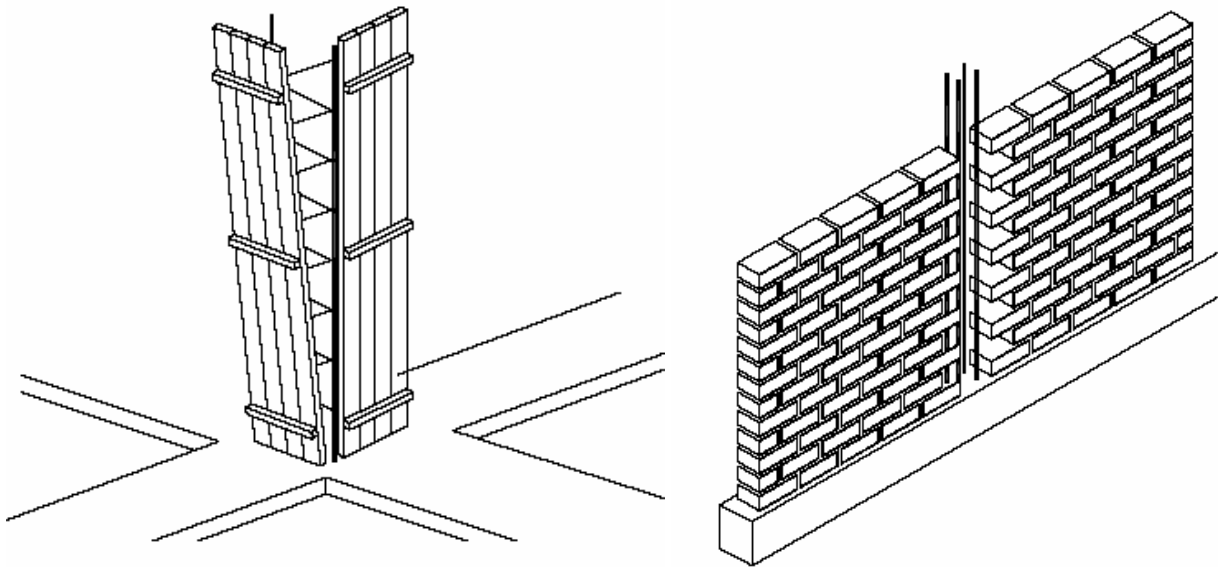
- Dejar las varillas de refuerzo vertical ahogadas en el cimiento, antes de comenzar, estas varillas deben de tener la mitad de la altura del muro que realizaremos, y debe ir 1 varilla de 3/8" a cada 60 cm y en todos los cruces.
- Mantener una correcta alineación del muro, mediante un hilo guía.
- Vigilar la verticalidad del muro en toda su altura.
- Los tabiques deben colocarse en forma cuatroporada.
- A cada 3 hiladas, colocar una escalerilla.
- Dejar los huecos donde se van a colocar puertas y ventanas.
- En los lugares donde existan castillos se recortan los tabiques para que la mezcla de concreto se fusione con el muro.
- La separación entre castillos no será mayor de 3 m.



En el caso de los castillos no ahogados en el muro, la mezcla de concreto debe tener un cuidado especial en cuanto a su fabricación, colocación y desarrollo. Los castillos se amarran desde los cimientos hasta la cadena de remate para conectar a la losa con las demás estructuras que forman parte del proyecto.



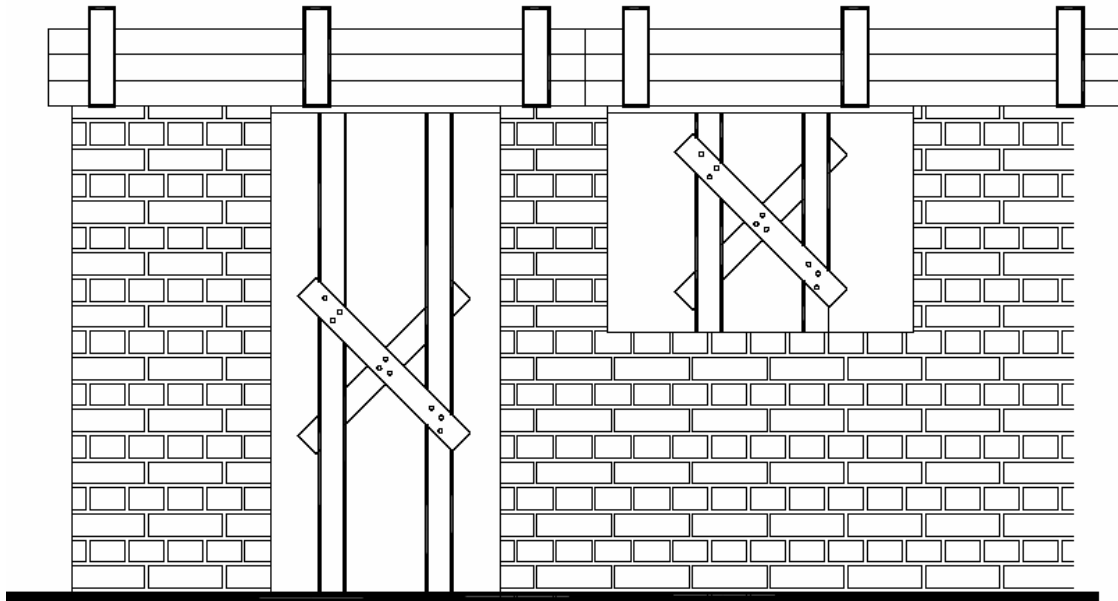
La cimbra del castillo por lo general se hace de madera, haciendo un molde confinando el castillo entre la cimbra de madera y el muro. Una vez colocada la cimbra, se vacía la mezcla en el castillo, realizando el mismo procedimiento para evitar la existencia de huecos. Las varillas de los castillos deben sobresalir por lo menos 25 cm, para que estas puntas se amarren con las cadenas de cerramiento y el armado del techo.



Los cerramientos son cadenas de concreto que rematan la parte superior de los huecos de puertas y ventanas. Estos cerramientos sostienen también el peso de la losa o pisos superiores.

El concreto usado en toda la estructura será la misma en dalas y castillos, cuidando no dejar huecos.

La cadena se colocará en la parte superior del muro, amarrada a los castillos, y para dar mayor rigidez se coloca el concreto en la cadena de cerramiento y al mismo tiempo en la losa. La cadena por lo regular tiene un armado de 4 varillas de 3/8" y estribos a cada 15 cm. Con un recubrimiento de 2.5 cm por cada lado.



Losas

El sistema de vigueta y bovedilla, es un método seguro, rápido, económico y que no requiere de mano de obra especializada.

En este sistema se colocan las viguetas, que son vigas de concreto armado, estas vigas se apuntalan con una cimbra sencilla de acuerdo con los claros que se manejen dentro del proyecto y las especificaciones del fabricante.



Después de haber colocado las vigas y apuntalado, se colocan las bovedillas; la separación entre viguetas es variable, esta depende del tamaño de las bovedillas.



En este caso es importante que las cadenas de remate o apoyo de la losa y la losa se cuelen al mismo tiempo, ya que la cadena reparte el peso de la losa sobre los muros, en forma uniforme.

Antes del colado de la losa, se deben colocar las cajas para las salidas de la instalación eléctrica, que van a quedar en la losa, junto con las cajas se colocan las tuberías o poliductos, por donde van a pasar los cables.

Una vez colocada nuestra estructura de vigueta y bovedilla, se requiere de una malla electro soldada, sobre toda la superficie. La cual ira amarrada con alambre recocido a las viguetas, y a la cadena de cerramiento de los muros.





Para reforzar mas la losa, colocamos varillas de 3/8" en ambos sentidos, a cada 25 cm y amarrarlas con alambre recocido a la parte superior de las viguetas.

El armado y colado de la losa queda sujeto a las condiciones del proyecto arquitectónico debido a que en cada caso existirán condiciones que pueden provocar mayores gastos tanto económicos como de tiempo.



Nota: las herramientas utilizadas en este sistema se muestran en el Anexo 1.1.1

Ventajas y desventajas

Este sistema cuenta con un amplio historial en la vida del hombre, se ha ido desarrollando y adquiriendo fuerza, pero a la vez también se ha convertido en obsoleto frente a otros sistemas y requiere de mayor inversión.

Ventajas.

- ✓ Conocimiento, no solo de sus materiales, sino además de su proceso constructivo
- ✓ No requiere de mano de obra especializada
- ✓ Diversidad de materiales, lo cual permite adaptar un proyecto a diferentes tipos de presupuestos y materiales disponibles
- ✓ Este sistema se puede adaptar con otros sistemas constructivos (siempre y cuando no modifiquen su estructura principal)

Desventajas.

- × Mayor supervisión del proceso
- × Incremento en los tiempos de ejecución
- × Mayores desperdicios
- × Poco control de calida de los materiales



CAPITULO CUARTO

PANELES ESTRUCTURALES

IV.1. Introducción

El Centro de Naciones Unidas para los asentamientos Humanos (UNCHS) encuentra que el desarrollo tecnológico de la vivienda en países semiindustrializados presenta las siguientes situaciones:

- Las tecnologías sofisticadas de construcción son empleadas por compañías extranjeras en los proyectos a su cargo, casi siempre “llave en mano”, la mayoría sin difusión local y se pierden una vez concluidos éstos y retirado el grupo de trabajo a su país de origen. Las posibilidades de acumular el aprendizaje de estas tecnologías –en constante evolución-, por naturaleza son casi nulas, aún en los expertos locales que participan en ellas debido a que su repetición sistemática es improbable. Lo es en cambio, aunque lentamente, en las empresas locales grandes que a través de estos proyectos siguen una determinada curva de desarrollo tecnológico que además utilizan como estrategia de venta.
- Las tecnologías sofisticadas también son empleadas localmente, en forma creciente, por grandes empresas paraestatales de construcción que realizan proyectos complejos y también, a un ritmo menor, por empresas privadas locales de mediano y pequeño tamaño. En cualquier caso, sin embargo, se trata de tecnologías que son ya del dominio público en los países industrializados y no de innovaciones propiamente dichas. Toman diversas formas: inversión en maquinaria y equipo nuevo, etc., pero también, particularmente, en adaptación de esas y otras tecnologías disponibles mediante el uso cotidiano, manejo más conveniente de la información y mejor organización del trabajo.
- Los resultados de la investigación y el desarrollo formal e informal en general procurados por instituciones públicas y académicas internas y en mayor cantidad por numerosos productores locales de reducido tamaño, maestros albañiles y empresas familiares que desarrollan sus propios prototipos, son adoptados por los pequeños y medianos constructores y también por los fabricantes de materiales de construcción tanto urbanos como rurales. Aquí el cambio tecnológico es muy lento e incompleto, sin embargo, con mucho representa el tipo de cambios tecnológicos que socialmente concentra más esfuerzos institucionales y recursos de inversión y donde los resultados son más consistentes a largo plazo.
- Están, por último las tecnologías tradicionales, cuya tendencia es a desaparecer gradualmente en virtud de su abandono social por parte de los constructores formales e informales. Algunos las modifican para adaptarlas a las nuevas necesidades del mercado; otros las “modernizan” con nuevos ingredientes que sin perder sus cualidades ambientales y culturales las hacen más seguras y duraderas; otros las emplean como detalle folklórico. La tendencia más firme, sin embargo es a sustituirlas por tecnologías convencionales.

IV.2. Normatividad

En México se estableció una Norma encargada de regular las características mínimas con las que debe contar un panel estructural, esta norma fue realizada por el Organismo Nacional de Normalización y certificación de la Construcción y Edificación S.C., la norma es la NMX – C – 405 – 1997 – ONNCCE “Industria de la Construcción. Paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos”. La Norma Mexicana fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de marzo de 1998 (ver Anexo 1.2.1).



IV.3. Paneles zampeados

Según la Asociación Mexicana de Fabricantes de Paneles de Acero y Concreto, “los paneles son estructuras tridimensionales de alambre de acero de alta resistencia y núcleo de espuma rígida con características de impermeabilidad y aislamiento termoacústico”.

Los paneles estructurales consisten en una estructura tridimensional triangular de alambre de acero de alta resistencia, formado por armaduras longitudinales, separadas con tiras de espuma de poliuretano o poliestireno expandido, las armaduras están unidas a lo ancho del panel por alambres electrosoldados formando una estructura con apariencia reticular por ambas caras del panel.

Los paneles estructurales son fabricados normalmente con un ancho de 1.22 m y 2.44 m de largo, cortes a cada 51 mm se realizan sin dificultades en ambos sentidos y se unen entre sí reforzando las juntas, para construir muros, losas, entresijos, divisiones y otros elementos.

Los peraltes del panel varían entre 2, 3 y 4 pulgadas (o 5.08, 7.62 y 10.16 cm respectivamente) dependiendo del fabricante, y debe ser recubierto por ambas caras con una capa mínima de 22 mm de mortero cemento-arena para el caso de muros y divisiones, y concreto en la capa de compresión en el caso de losas, quedando muros terminados de 85, 100 y 130 mm, los cuales son elementos de concreto reforzado con excelentes propiedades estructurales y aislantes, tanto térmicas como acústicas.

Los paneles estructurales se consideran elementos prefabricados y armados “in situ”, a los que les coloca el recubrimiento o acabado de acuerdo a las necesidades de la obra. Al tomarse en cuenta otros criterios tales como: flexibilidad en el diseño, capacidad de soporte y esfuerzo, simplicidad de su uso, rapidez, durabilidad, calidad de aislamiento en contra del ruido y la temperatura, el usar este sistema de construcción implica ventajas comparativas respecto a los métodos tradicionales.

La rigidez y alta capacidad de respuesta de la estructura del panel a los esfuerzos y cargas a que son sometidos, son el resultado de las escalerillas o tensores diagonales de alambre de acero que unidas mediante electrosoldado se interconectan con las dos caras de la malla. Éstos cumplen con la función de transferir las fuerzas de cortante hacia las caras exteriores del panel.

IV.3.1. Características

- Características estructurales

Resistencia.

El sistema constructivo con base en paneles presenta cierta resistencia, ya que los muros y las losas son de concreto reforzado, lo que les proporciona resistencia estructural. Todos los muros son de carga y soportan más de 10 ton/m_{lineal} a una altura de 2.44 m sin necesidad de castillos o de cadenas de refuerzo, por lo que se pueden edificar hasta tres niveles.

Las construcciones hechas con el sistema con base en paneles, resisten más que los sistemas tradicionales de acuerdo con lo dicho por el fabricante, debido a que cuentan con una estructura tridimensional de acero de alta resistencia hecha a base de triángulos que queda ahogada en el concreto, lo que proporciona una cierta resistencia y duración. Los paneles al tener más acero por m² resisten 2.5 veces más que otros sistemas.



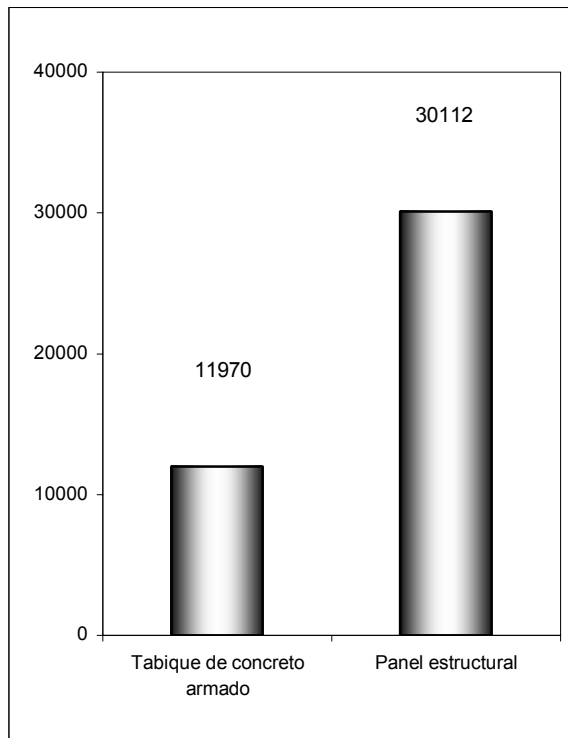
Muro reforzado de block de concreto	4 varillas de 3/8" = 2.85 cm ² de acero fy = 4200 kg/cm ² $\sigma = \frac{F}{A}$, $F = \sigma \times A$, $F = 11970$ kg.
Muro de panel estructural	120 alambres cal. 14 = 3.89 cm ² de acero fy = 7741 kg/cm ² (acero de alta resistencia) $\sigma = \frac{F}{A}$, $F = \sigma \times A$, $F = 30112$ kg.

$\sigma = fy$ = esfuerzo a la tensión del acero

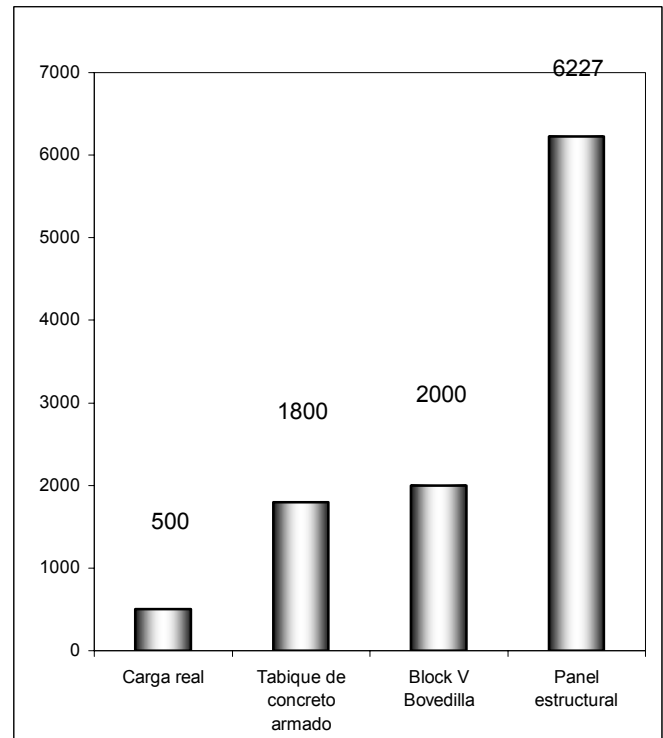
F = resistencia

A = área de acero.

RESISTENCIA DE ACERO EN 3 METROS LINEALES DE MURO (Resistencia de los paneles estructurales, en kg).



CAPACIDAD DE CARGA DEL PANEL (Capacidad de carga kg/m).



Al sumar la estructura de acero de alta resistencia con el concreto que se aplica sobre el sistema, nos da como resultado una capacidad de carga 12 veces mayor a la requerida



Durabilidad.

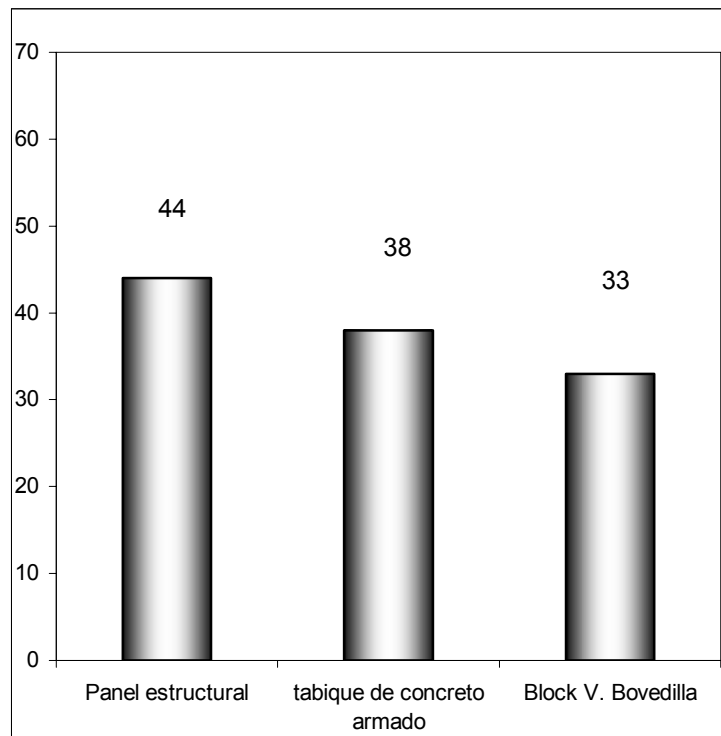
La vida de las viviendas edificadas con paneles estructurales es similar a las del concreto sólido, los muros y las losas son resistentes al fuego y a los fenómenos naturales en condiciones extremas como los huracanes, las inundaciones y los sismos.

Características acústicas

El ruido es un contaminante característico de los núcleos urbanos, a diferencia de otros, sólo es percibido por un sentido, el oído y ocasionalmente, ante grandes niveles de presión sonora por el tacto a través de vibraciones. Estudios realizados en varios países demuestran que el ruido puede ser un factor “desencadenante de patologías fisiológicas y psicológicas”. A pesar de que la contaminación acústica no es causa de males inmediatos severos, salvo en casos extremos como explosiones o ruidos de gran potencia, el deterioro de la salud mental de la población y el progresivo aumento de enfermedades de tipo nervioso, convierten al ruido en un foco importante de contaminación ambiental.

Las construcciones hechas con base en paneles con alma de poliestireno expandido, por su excelente capacidad como aislante acústico, es 33% mejor aislante de ruido que el tabique. Además por ser repelente al agua no guarda humedad.

AISLAMIENTO ACÚSTICO EN LOS PANELES ESTRUCTURALES
Aislamiento acústico (decibeles).

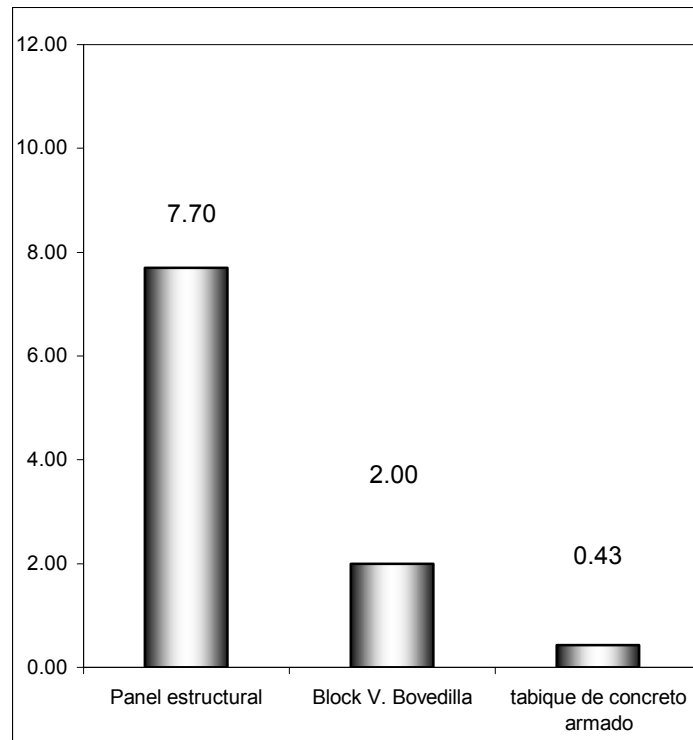


Características térmicas

Las construcciones hechas con paneles son más confortables, ya que cuentan con un alma de espuma de poliestireno expandido que además de ser un aislante acústico, es 18 veces mejor aislante térmico que el tabique.



AISLAMIENTO TÉRMICO EN LOS PANELES ESTRUCTURALES Aislamiento térmico (factor R).



Una característica muy importante del sistema es la seguridad que ofrece a quien habita una vivienda hecha con este material, ya que los paneles aguantan mínimo 1 hora al fuego, no propagan la flama y los gases de su combustión no son tóxicos.

Tiempos de ejecución

Gracias a su ligereza y tamaño el sistema permite la construcción de muros de carga, muros divisorios, losas, escaleras y detalles arquitectónicos como bóvedas, arcos, volados, cajillos y muretes, con una rapidez y simplicidad mayor que los sistemas tradicionales. Las características más importantes en cuanto a su facilidad y versatilidad que hacen disminuir los tiempos de ejecución son las siguientes:

- No requiere de mano de obra especializada.
- No requiere herramientas especiales.
- Permiten la autoconstrucción.

Al trabajar con elementos prefabricados y armados "in situ" se tiene una importante simplificación en la planeación de materiales. Además permite la autoconstrucción, reduciendo los tiempos de ejecución hasta un 50% respecto a los métodos tradicionales.

Un ahorro considerable en los tiempos de ejecución es en la ranuración del material para las instalaciones. En muros de tabique o block se emplean alrededor de 3 horas, mientras que con el sistema constructivo de paneles estructurales estas ranuras se pueden hacer en 15 minutos con un soplete, encendedor o navaja. Se colocan menos elementos de fijación en instalaciones ya que con este sistema los ductos simplemente se amarran a la malla de acero. Otra característica importante es que en este sistema existen menos uniones y juntas de mortero.



UNIONES Y JUNTAS DE MORTERO

MATERIAL	CANTIDAD (m ²)	UNIONES
Tabique	6.00	524.0
Block (15 x 20 x 40 cm)	6.00	150.0
Panel 3"	6.00	1.0

Por último, se puede afirmar que las construcciones con panel adquieren un alto valor de reventa, gracias a su sistema monolítico hecho a base de concreto y acero de larga duración y bajo mantenimiento, y por sus características termo-acústicas que reducen los consumos energéticos.

IV.3.2. Usos

El sistema constructivo con paneles estructurales tiene de acuerdo con los fabricantes los siguientes usos:

- Muros de carga
- Muros divisorios
- Losas de entrepiso
- Losas de azotea: por su versatilidad, para construir techos, ya sean planos o inclinados, a un agua o varias, incluso para bóvedas con diferentes curvaturas.
- Cubiertas: por su bajo peso es ideal para la construcción de cubiertas sobre estructuras ligeras, ya sean metálicas o de madera.
- Fachadas: pueden construirse desde fachadas para un casa, hasta edificios completos.
- Faldones: para cualquier longitud o forma de faldón es factible.
- Arcos
- Cúpulas
- Escaleras: pueden hacerse rampas, huellas y hasta escaleras de varios niveles, estructuralmente independientes. Con facilidad y rapidez

Con los paneles estructurales se pueden construir desde casas de un piso, hasta edificios de tres y cuatro niveles.

IV.3.3. Colocación

Para obtener un buen resultado en la obra, es importante planear adecuadamente el trabajo a realizar. Primero deberá modularse en lo posible el proyecto a ejecutar a las dimensiones del panel, minimizando de esta forma los cortes y desperdicios.

Se “despiezará” cada muro, losa, elemento arquitectónico, etc., en paneles completos o fracciones de ellos, aprovechando los sobrantes de los recortes. Se elaborarán los planos de cortes y uniones para cada uno de ellos, cuantificando con esto el número de paneles y accesorios que se van a necesitar así como las cantidades de cemento, arena, grava, varilla, etc. requeridas. Todas las instalaciones, tanto eléctricas, hidráulicas y sanitarias como de gas, teléfono, TV, etc. deberán incluirse dentro de estos planos de despiece.



Herramientas

Los paneles zampeados requieren de herramientas especializadas para su instalación, por lo menos las indicadas por el fabricante, como son pinzas, cortapernos o cizallas del No. 8 ó 12, un gancho de fierro y una navaja multiusos.



Corte

Antes de iniciar cortes se debe marcar dónde se realizarán. El corte del panel se efectuará mediante pinzas, cortapernos o cizallas. Se corta primero una cara del panel para posteriormente cortar la otra. Es importante cuidar que al efectuar un corte se quite la punta sobrante del alambre. No deben dejarse hasta el final los cortes de los vanos de puertas y ventanas pues dejan de aprovecharse estos recortes.

Deben identificarse con una clave todas las piezas para su posterior unión. El poliuretano y el poliestireno se cortan con la navaja multiusos



Unión

Son de primordial importancia las uniones entre paneles. Para ello se han desarrollado los accesorios ZIG-ZAG, Malla plana y Malla L (para panel W) y malla unión, malla esquinera y escalerilla (para panel Covintec) (ver anexo 1.2.1).

Instalaciones

Todas las instalaciones tanto eléctricas, hidráulicas y sanitarias, como de teléfono, televisión, gas etc, deben colocarse antes de aplicar el recubrimiento. Esta labor se facilita si se realiza antes de colocar los módulos previamente unidos en su lugar, pues permite el introducir los



tubos o mangueras deslizándolos dentro de la estructura, en lugar de cortarla.

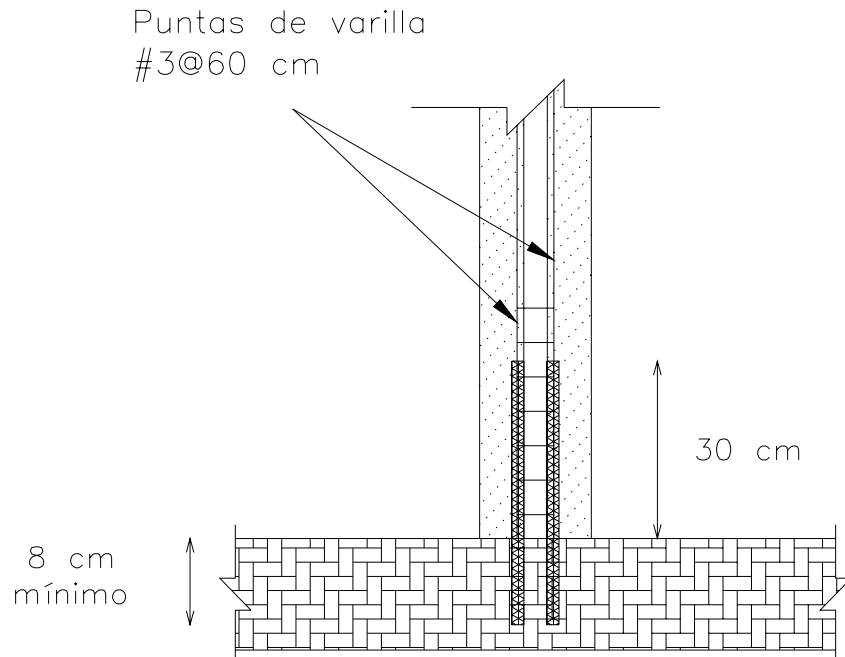
En caso necesario se retira el poliuretano o el poliestireno parcial o totalmente para dar cabida a los tubos o mangueras. El poliuretano se quita cortándolo con la navaja multiusos mientras que el poliestireno se puede retirar con la mano o acercando una flama a él. En algunos casos es necesario cortar la estructura del panel para introducir tubos, por lo cual se debe reforzar esa parte con malla plana o ZIG-ZAG, como si se estuvieran uniendo dos paneles.

En caso que el diámetro del tubo sea mayor que el espesor del panel es recomendable no cortar la estructura por ambas caras, sino ocultar el tubo mediante un detalle arquitectónico quedando este por fuera del panel. Las cajas eléctricas se colocan cortando la estructura del panel lo suficiente para darles cabida, sujetándolas con alambre recocado a la misma. Éstas deben protegerse con un plástico durante la aplicación del recubrimiento.

Para fijar adecuadamente puertas y ventanas cuyos marcos sean de madera, aluminio, hierro, etc. y requieran taquetes para sujetarlos al muro, se retiran 5 cm de poliuretano o poliestireno en todo el perímetro del vano para permitir que quede mortero sólido al aplicar el recubrimiento, reforzando con malla plana todo el perímetro por ambas caras. Las puertas y ventanas se instalan después de aplicado el recubrimiento.

Cimentación y anclajes

El tipo de cimentación, así como su armado, dependen de varios factores tales como el tipo y la calidad del terreno, las características regionales (como grado de sismicidad, vientos, etc.) y por supuesto la construcción a ejecutar, por lo que debe ser calculada para cada caso en particular.



En todos los casos el panel, va “sujeto” a la cimentación, cualquiera que sea su tipo, mediante anclajes consistentes en una horquilla o “U” de varilla de 3/8” de diámetro cuyo f_y no será menor de $4,200 \text{ kg/cm}^2$ ahogada en el concreto. La separación de los anclajes no deberá exceder los 60 cm y la longitud de ellos no será menor de 30 cm desde el nivel de desplante. La profundidad a la que se ahoga depende del f_c del concreto, siendo generalmente no mayor de 30 cm ni menor de 15 cm.



Cuando la cimentación ya exista y no se hayan dejado las “U” ahogadas se barrenará con rotomartillo y se insertarán pares de puntas de varilla de 3/8”, teniendo cuidado de usar un adhesivo epóxico para lograr una óptima sujeción entre el concreto y las puntas insertadas.

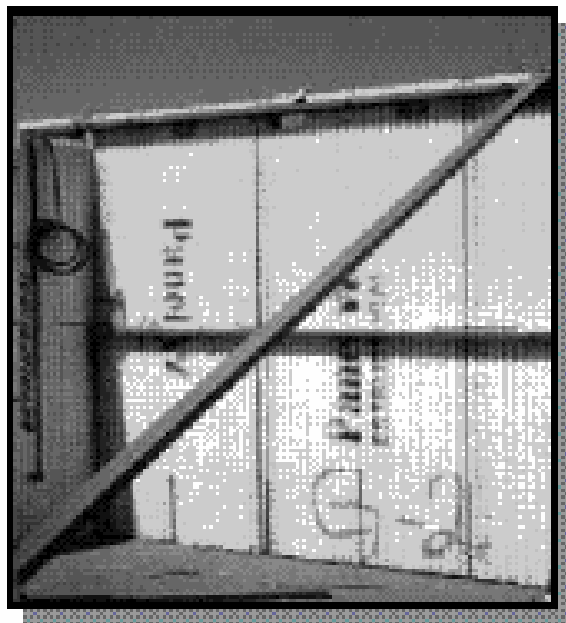
También pueden usarse escuadras de varilla en “L” u otro tipo ancla prefabricada. Las especificaciones para la forma y dimensiones de los anclajes deberán ser dictadas y revisadas por el técnico responsable de la obra o perito estructural.

Muros

Los módulos previamente habilitados compuestos de hasta 4 piezas de panel se colocan en su lugar, empezando siempre por una esquina, cuidando que las varillas de los anclajes queden por dentro de la estructura del panel. Los módulos se sujetan a las anclas mediante amarres con alambre recocido cal. 18. No olvidar el unir un módulo con otro.

Una vez que se han terminado de instalar todos los muros es momento de revisar que la totalidad de las instalaciones estén en su lugar. No olvidar las preparaciones que se deben dejar para puertas y ventanas así como para fijar muebles pesados.

Los muros ya instalados deben plomearse y rigidizarse antes de iniciar el proceso de aplicación del recubrimiento; esto se logra fijando duelas metálicas o de madera en forma horizontal en la parte superior e intermedia por uno de los lados del muro, apuntalándolas con otras inclinadas que van fijas al piso. También pueden usarse tirantes de alambre entre el muro y el piso para tensarlo y rigidizarlo



Cualquier error en esta operación nos lleva a corregirlo posteriormente aplicando un espesor de mortero mayor al especificado, con el consecuente incremento en el costo de la obra.

Losas

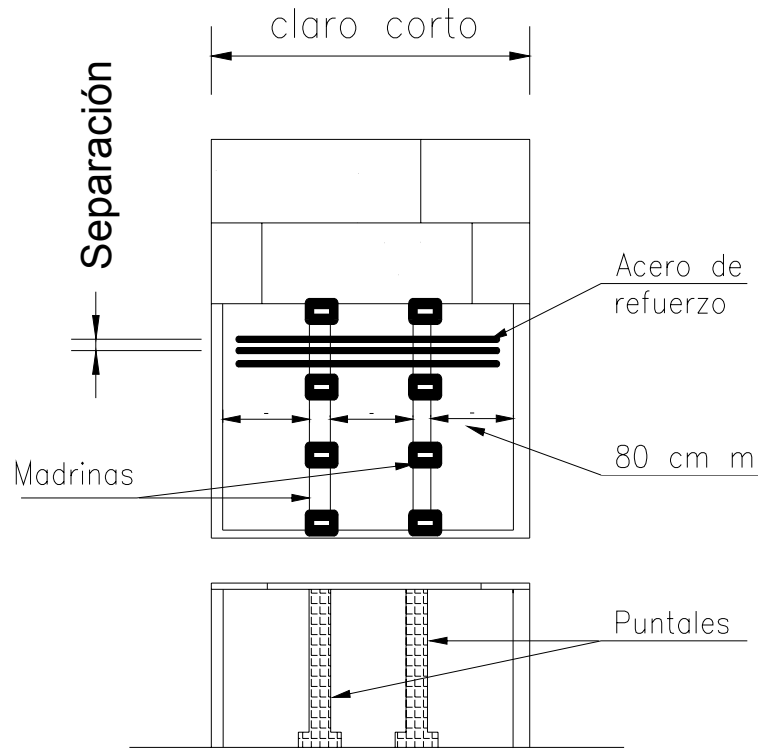
Previamente se define la separación del acero de refuerzo adicional (normalmente varilla del #3 y con $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$). Para ello se requieren saber las dimensiones del claro a cubrir, si va a ser losa plana o inclinada y el tipo de panel que se utilizará.

El claro a usar en las tablas será el claro corto o más pequeño, pues están elaboradas tomando en consideración una losa simplemente apoyada en una dirección. El responsable



técnico de la obra deberá confirmar o modificar los datos obtenidos por este método.

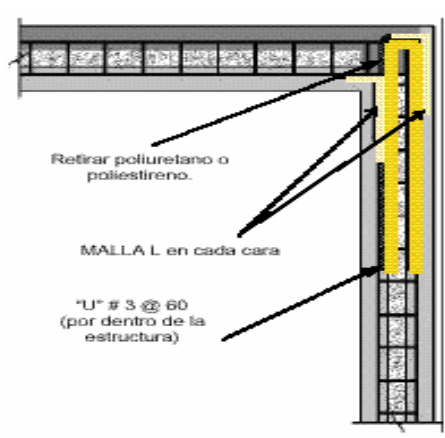
En la construcción de losas de panel no se requiere de cimbra, únicamente de un apuntalamiento temporal. Primero se colocan las maderas cuidando que queden paralelas al claro largo, descansando éstas sobre puntales o pies derechos. En esta operación hay que fijarse que la separación máxima entre maderas sea de 80 cm. No se debe olvidar dejar la contraflecha recomendada en las tablas, lo cual se hace elevando esos cm la altura de la(s) madrina(s) central(es) respecto al nivel superior de los muros para que cuando se retire el apuntalamiento y la losa “baje” (quede completamente horizontal, sin deflexión).



Enseguida, se tiende sobre las maderas en forma perpendicular a ellas el acero de refuerzo adicional, el cual es varilla del #3 con $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, distribuyéndolo más o menos con la separación especificada en las tablas. Es más sencillo unir el panel en el piso para formar módulos o incluso la losa completa para luego levantarla y colocarla en su lugar sobre el apuntalamiento y el acero de refuerzo adicional.

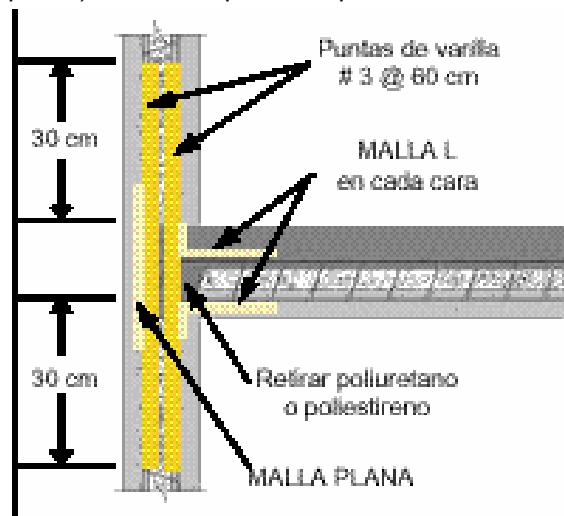
No olvidando colocar en su lugar todas las instalaciones eléctricas, hidráulicas, etc. que van en la losa, de acuerdo a los planos. Una vez colocados en su lugar todos los módulos de la losa, deberán unirse entre sí por la parte superior e inferior. A continuación se une la losa a los muros colocando malla L en ambos lados de la unión e insertando a cada 60 cm a lo largo de ella “U”s de varilla de 3/8”, esto en caso de que la losa sea inclinada o plana son pretel. Si la losa lleva pretel, en lugar de “U”s se insertan pares de puntas de varilla, también de 3/8 a cada 60 cm.

El siguiente paso es amarrar el acero de refuerzo adicional en la parte inferior de la losa al panel cuidando que esté a la separación especificada. Revisar que la contraflecha se haya dado. Por último, retirar la espuma plástica en todo el perímetro de la losa sobre el ancho de los muros.



Aplicación del recubrimiento de los muros

Los muros deberán recubrirse con un mortero de cemento y arena, $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, esto se logra normalmente usando una proporción de 1 parte de cemento por 4 de arena (en volumen). Es importante cuidar que la arena sea de río o mina (no arena amarilla) y esté libre de contaminantes. Es recomendable usar arena que tenga una proporción baja de polvos o finos, pues un exceso de ello provocará una contracción plástica mayor en el momento del fraguado ocasionando pequeñas grietas en el aplanado. Una forma de mejorar la calidad del mortero y evitar la formación de estas pequeñas grietas es adicionando fibras sintéticas (como polipropileno) o aditivos químicos que incrementen su plasticidad.



Nota

Previo a la aplicación del recubrimiento se debe revisar el plomeo y rigidizado de los muros, además las salidas eléctricas, hidráulicas, sanitarias, etc. deberán estar protegidas con plástico.

La aplicación deberá hacerse en dos partes, la primera o zampeo que llegará al ras de la estructura del panel y la segunda o aplanado que dará el espesor final al recubrimiento; esta segunda aplicación se hará entre 3 y 12 horas posteriormente a la primera, para dar oportunidad a que inicie el fraguado. En la mayoría de los casos es suficiente un espesor de recubrimiento de 1.5 a 2.0 cm a partir de la cara exterior de la estructura del panel. En algunos casos, de acuerdo al proyecto, se requerirá aplicar espesores mayores, siendo el responsable técnico o perito estructural de la obra el indicado para recomendarlo.

Es de primordial importancia el "curar" adecuadamente el mortero aplicado para que tenga la resistencia esperada y se eviten al máximo las contracciones plásticas que luego ocasionan pequeñas grietas en el aplanado. Para ello se recomienda humedecer toda la superficie del mortero por lo menos 2 veces al día durante 4 días mínimo. En lugares con calor o soleamiento excesivo la frecuencia deberá ser mayor.



Aplicación del recubrimiento de la losa

Previo al inicio de la aplicación del recubrimiento de la losa, los muros deberán estar recubiertos por ambas caras y con un fraguado mínimo de 7 días. El proceso de recubrimiento de la losa se inicia dando la primera aplicación al lecho inferior de ella (plafón) con un mortero de cemento y arena similar al usado para el recubrimiento de los muros, dejándolo fraguar por lo menos 12 horas antes de iniciar la aplicación del recubrimiento en la parte superior (capa de compresión). Para la capa de compresión deberá usarse un concreto con un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, elaborado normalmente con 1 saco de cemento por 5 botes (19 lt.) de arena y 5 $\frac{3}{4}$ botes de grava de $\frac{3}{4}$ " máximo.

El vaciado de la capa de compresión deberá hacerse teniendo cuidado de no pisar directamente sobre el panel, para lo cual se colocan tablonces para transitar durante esta operación. Esto se hace con el fin de evitar deformaciones en la estructura del panel que pudieran llevarnos a aplicar espesores mayores de recubrimiento para corregirlas.

Se debe poner especial atención en el espesor aplicado de la capa de compresión sea exactamente el especificado. En caso de que fuera menor, la losa no tendría la capacidad de carga esperada y si fuera mayor, nos provocaría deflexiones mayores a las esperadas, además del consecuente incremento en el costo de la obra innecesariamente.

El proceso de curado es igual al del mortero, pudiendo usarse acelerantes químicos de fraguado para disminuir el tiempo de apuntalamiento. Si no se usó acelerante, el apuntalamiento no deberá retirarse antes de 14 días desde el inicio del fraguado. En caso de haberlo usado se deberá verificar con el servicio técnico del mismo cuál es el período recomendado para iniciar el retiro del apuntalamiento.

En cualquier caso deberá dejarse un apuntalamiento al centro de la losa hasta terminar de retirar el resto. Al final, se retira éste lentamente para no permitir que la losa baje bruscamente a su posición definitiva. Una vez retirados todos los apuntalamientos se procede a dar la segunda aplicación (aplanado) al lecho inferior de la losa (plafón). Es recomendable aplicar a la losa un impermeabilizante similar a los utilizados en las losas de concreto armado tradicionales.

Nota: Los accesorios para este sistema se muestran en el Anexo 1.2.2

IV.3.4. Ventajas y desventajas

Ventajas

Al construir con los paneles estructurales se obtienen beneficios económicos y ventajas para el constructor en la adquisición, transporte, manejo, instalación y acabado de los paneles, para el inversionista en la rentabilidad y financiamiento de la edificación y para el usuario en la calidad, duración y confortabilidad de la construcción.

De acuerdo con las características especificadas por los fabricantes las ventajas serían las siguientes:

- ✓ Versatilidad. Siempre podrá adaptarse a los requerimientos de su obra, ya sea muy grande o pequeña, pues puede instalarse con un procedimiento totalmente manual o mecanizarlo tanto como la obra lo requiera.
- ✓ Facilidad de ejecución. Por ser modular y con muy pocos elementos accesorios se puede instalar con personal que tenga poca capacitación, la cual es posible impartirla directamente en la obra.
- ✓ Rapidez. Están diseñados para brindar una alta velocidad de ejecución de obra. Al aprovechar el empleo de herramientas y equipo como engrapadoras, pistolas fijadoras, cortadoras, lanzadoras de mortero, etc., se logran rendimientos de ejecución de más de 100 m^2 por pareja de instaladores en una jornada. Aún usando paneles en forma manual, sin herramienta especializada, es común lograr rendimientos de 40 m^2 por pareja de instaladores en una jornada.



- ✓ Capacidad estructural. Al ser de una estructura tridimensional y acero de alta resistencia recubierta con mortero, se logran muros de una sección muy ligera y compacta, con una capacidad de carga similar, en algunos casos, superior a la obtenida con ladrillo o block.
- ✓ Poco peso. Al tener un centro de una espuma plástica de baja densidad, se logra que el conjunto tenga un peso volumétrico mucho menor que los materiales tradicionalmente usados, reduciendo consecuentemente el peso muerto total de la construcción.
- ✓ Modulación. Por sus dimensiones, puede integrarse fácilmente a cualquier proyecto reduciendo al máximo el desperdicio. Éstos pueden redimensionarse fácilmente en la obra cortando o añadiendo partes de él en múltiplos de 5 cm, para lograr las medidas requeridas.
- ✓ Seguridad. Su comportamiento ante sismos es aceptable de acuerdo con lo dicho por los fabricantes ya que las fuerzas de inercia son proporcionales a la masa y, en consecuencia, al peso de la construcción. La ligereza del panel zampeado lo hace una buena alternativa para construir estructuras óptimas y seguras con una gran capacidad para disipar energía.



- ✓ El cortante resistido por el panel zampeado es muy superior al del tabique. Las construcciones hechas con panel zampeado tienen una gran resistencia a impactos y horadaciones.
- ✓ Confortabilidad. El tener espuma rígida de poliuretano o poliestireno expandido dentro de un sándwich de mortero hace que las construcciones hechas con panel zampeado tengan una resistencia mayor al paso del calor y un mejor comportamiento acústico que la mayoría de los materiales de construcción convencionales.
- ✓ Economía. El costo de la mano de obra se reduce considerablemente al tener rendimientos de ejecución altos. Por su bajo peso, la cimentación y la estructura portante en caso que exista, son mucho más ligeras y por consecuencia menos costosas. Por las características propias de un concreto armado los muros no requieren de castillos y trabes. No requiere de cimbra para adoptar formas curvas o caprichosas, como en el caso de cúpulas, columnas cilíndricas, arcos, etc. Las losas de panel zampeado no requieren cimbra, solamente un apuntamiento temporal.
 - Menor tiempo de ejecución
 - Menos mano de obra



- No castillos y trabes (depende del número de niveles a construir)
 - No cimbra
 - Menor desperdicio
 - Menor mantenimiento.
- ✓ Rentabilidad. Al tener un menor espesor que en el sistema tradicional, los muros hechos con panel zampeado, aumenta la cantidad de metros cuadrados útiles para la misma área construida.
- ✓ Control de obra. Con base en un plano ejecutivo de especie es factible saber con toda exactitud en forma anticipada cuántas piezas de panel zampeado se requerirán para cada parte de la obra y, por consecuencia, también la cantidad de cemento, arena, etc.
- ✓ El bajo peso de cada panel zampeado antes de recubrirlo (15 kg. aprox.) hace de su manejo en la obra una actividad sencilla y fácil, incluso en edificaciones de varios pisos.
- Fácil cuantificación de materiales
 - Menos maniobras de acarreo
 - Fácil transportación
- ✓ Prehabilitación. En construcciones de gran tamaño es posible establecer un taller de prehabilitado de panel zampeado separado de la obra para añadir mayor velocidad y control a ésta.
- ✓ Duración. Las construcciones hechas con panel zampeado son tan durables como las de concreto sólido.
- ✓ Instalación: Una de las mayores ventajas del panel zampeado es que permite adaptar el procedimiento constructivo al tipo de obra a ejecutar.

En obras de gran tamaño se utiliza un Procedimiento Mecanizado para sacar ventaja de su velocidad de ejecución, así como de su notable reducción de mano de obra. Esto requiere herramienta especializada y personal calificado. En obras pequeñas y medianas puede utilizarse un procedimiento manual, el cual requiere muy poca herramienta adicional a la usada en cualquier obra tradicional y una pequeña capacitación al personal.

Desventajas

Aunque las ventajas son muchas no son del todo ciertas, es decir, muchas de las ventajas mencionadas por los fabricantes no son demostradas por éstos y en algunos casos se duda de su credibilidad, dentro de este estudio se encontraron algunas desventajas como son:

- × Estructurales: Las estructuras hechas con este tipo de sistemas no tienen una alta resistencia a la compresión, es por ello que sólo se pueden construirse hasta 4 niveles en combinación con otros sistemas estructurales.
- × Herramientas especializadas: Las obras hechas con estos sistemas tienen que ser realizadas con la herramienta especificada por el fabricante.
- × Mano de obra especializada: Aunque una de las ventajas es que reduce la utilización de mano de obra, en realidad se debe dar una capacitación a los trabajadores, para que puedan manejar los materiales en forma adecuada, y éstos deberán conocer además los manuales de cada fabricante.
- × Limitantes de diseño: Los paneles zampeados son fabricados con dimensiones determinadas y se deben adecuar a los requerimientos de la obra con las desventajas de que sólo se pueden construir hasta 4 niveles.



- × Aceptación: Las construcciones hechas de este tipo de material en general no son bien aceptadas por los usuarios, por la desconfianza de que no resistan los efectos de la naturaleza viento, humedad, lluvia, fuego y sobre todo sismos.
- × Desperdicios: Debido a las dimensiones de la estructura en ocasiones se deben de adaptar paneles a las dimensiones del proyecto provocando una que existan desperdicios que pueden afectar el presupuesto establecido.

FABRICANTES: PANEL W y COVINTEC.



IV.4. Paneles de fibrocemento

Los paneles de fibrocemento son tableros de cemento reforzado con fibras naturales mineralizadas, siendo un elemento principal en las soluciones constructivas de muros fachadas, plafones, techos y entresijos. Estos tableros tienen características superiores en cuanto a su resistencia mecánica, su resistencia a la humedad, al ataque de insectos, roedores y microorganismos; por ser fabricados a base de cemento son incombustibles, no producen humo, ni propagan llamas.

Son ligeros, fáciles de instalar mediante el uso de herramientas comunes. Debido a la combinación de propiedades mecánicas y peso, se pueden lograr soluciones constructivas con excelente comportamiento estructural mediante sismos y cargas de viento.

Estos tableros cumplen con los requisitos de las normas internacionales que cubren este tipo de productos. Entre estas normas se tienen las correspondientes a incombustibilidad del material e intemperismo, por lo que cuenta con las siguientes aprobaciones: Código de construcción de la ciudad de Nueva York (MEA209-91-M), certificado por Underwriters Laboratories (U.L.) (ASTM E-84), cumple con ASTM E-136, ISO 8336E, ASTM C-1185 y ASTM C-1186; y con las aprobaciones del IMSS, Comisión del Cuadro Básico Institucional de Materiales para Construcción, así como el INFONAVIT para construcción de viviendas.

IV.4.1. Características y usos

El sistema constructivo de fachadas con tablero de fibrocemento y estructura metálica tiene las siguientes características:

- Es un sistema con base en tableros de cemento y estructura metálica.
- Sistema ligero con un peso promedio de 28 kg/m².
- Sistema industrializado
- Incombustible y
- Tiene presentaciones en varios espesores y tamaños.

Las propiedades físicas, mecánicas y pruebas de los tableros se encuentran en el Anexo 1.2.3

Las presentaciones y usos de los tableros de fibrocemento son las siguientes:

PRESENTACION Y USOS

ESPESOR DE TABLERO (mm)	DIMENSIÓN EN (m)	PESO TEÓRICO (kg.)		USOS
		pieza	m ²	
6	0.61 x 0.61	2.46	6.60	Plafón con suspensión visible aplicación especial
	0.61 x 1.22	4.91	6.60	
	1.22 x 1.22	9.82	6.60	
	1.22 x 2.11	19.64	6.60	
8	1.22 x 2.44	26.20	8.80	Plafón atornillado y muro exterior
	1.22 x 3.05	32.74	8.80	
11	1.22 x 2.44	36.02	12.10	Muros exteriores, muros húmedos y faldones
	1.22 x 3.05	45.02	12.10	
14	1.22 x 2.44	45.84	15.40	Fachadas, bases para techos y muros
	1.22 x 3.05	57.30	15.40	



17	1.22 x 2.44 1.22 x 3.05	55.67 69.58	18.70 18.70	Fachadas y bases para techos
20	1.22 x 2.44 1.22 x 3.05	65.49 81.86	22.00 22.00	Bases para techos y entresijos

Las cargas admisibles para los tableros de fibrocemento son las siguientes:

TABLA DE CARGAS ADMISIBLES

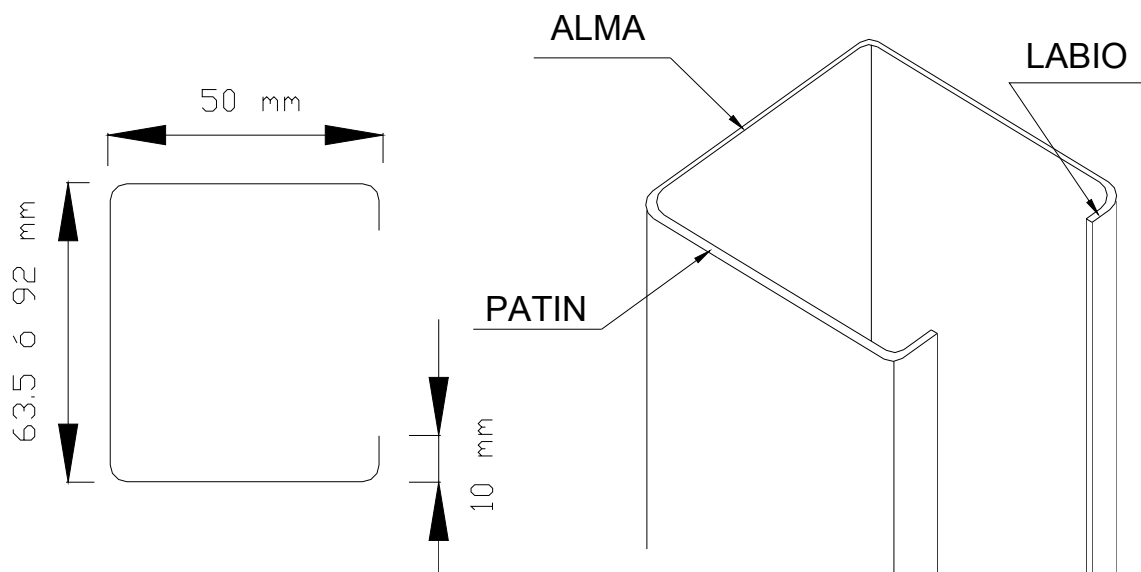
ESPESOR (mm)	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)			
	30	41	61	81
8	193	81	24	10
11	501	212	63	26
14	1034	436	129	55
17	1851	781	231	98
20	2756	1271	377	159

Nota: Las especificaciones de la tabla de cargas admisibles son proporcionadas sólo como una guía general, no son suficientes para cubrir los requerimientos de cada proyecto, por lo que sugerimos que sean revisados por un especialista en estructuras.

IV.4.2. Colocación

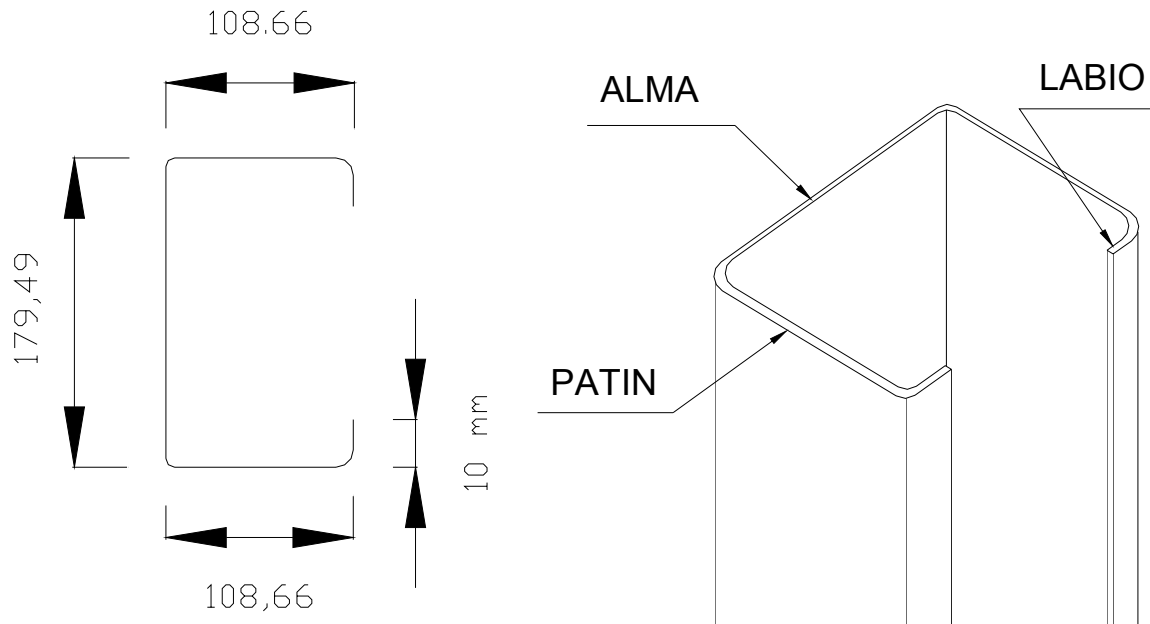
La estructura de soporte se compone de:

- Poste unión (PU)

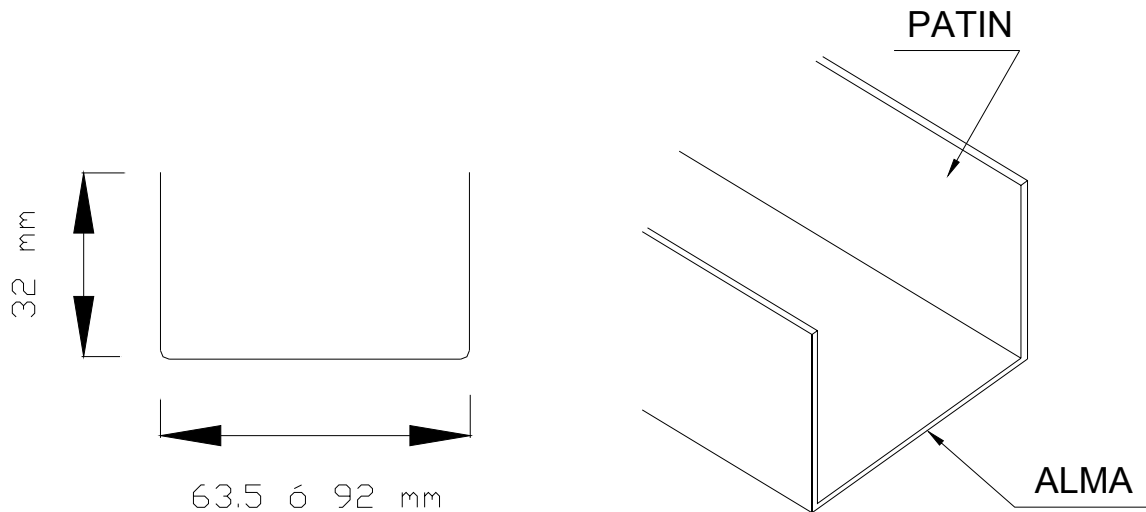




- Poste estándar (PE)



- Canal de amarre (CA)



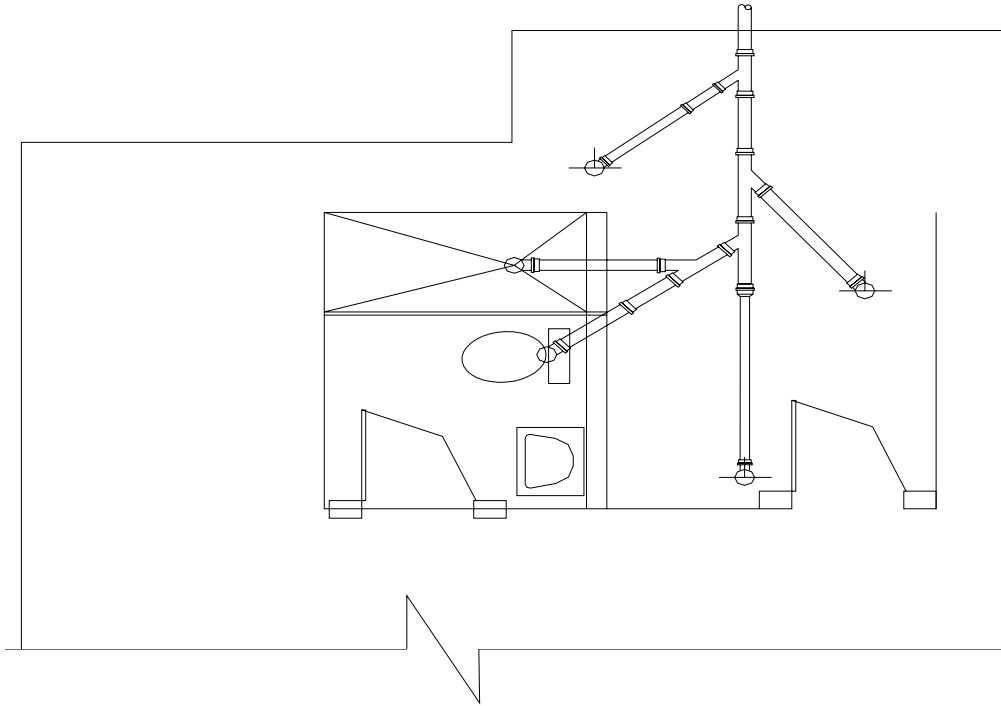
Para muros interiores con altura máxima de 2.44 m.

El sistema constructivo a base de panales de fibrocemento se describe a continuación:

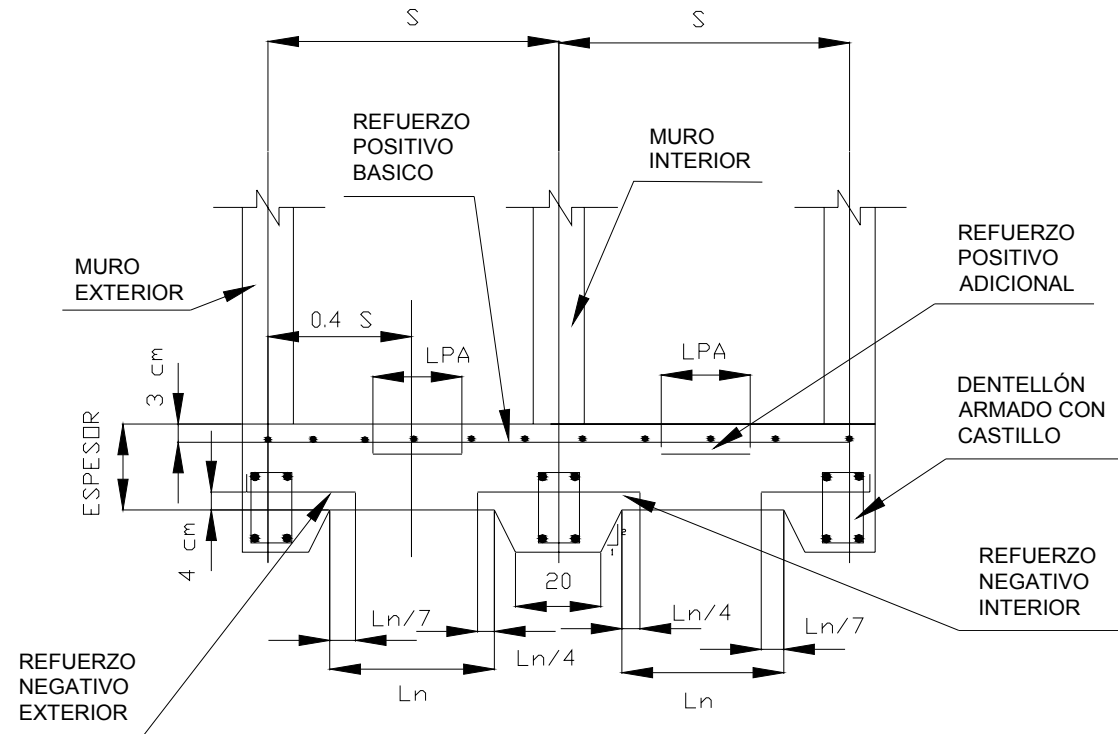
- Trazo: Consiste en llevar al terreno lo que se encuentra dibujado en planos. El ancho promedio de las zanjas es de 25 cm.
- Zanqueo: Zanqueo según trazo a una profundidad promedio de 20 cm para albergar una dala de concreto armado.



- Ramaleo hidrosanitario: Se hará el tendido de las instalaciones hidrosanitarias según planos, dejando bien señaladas las salidas correspondientes.

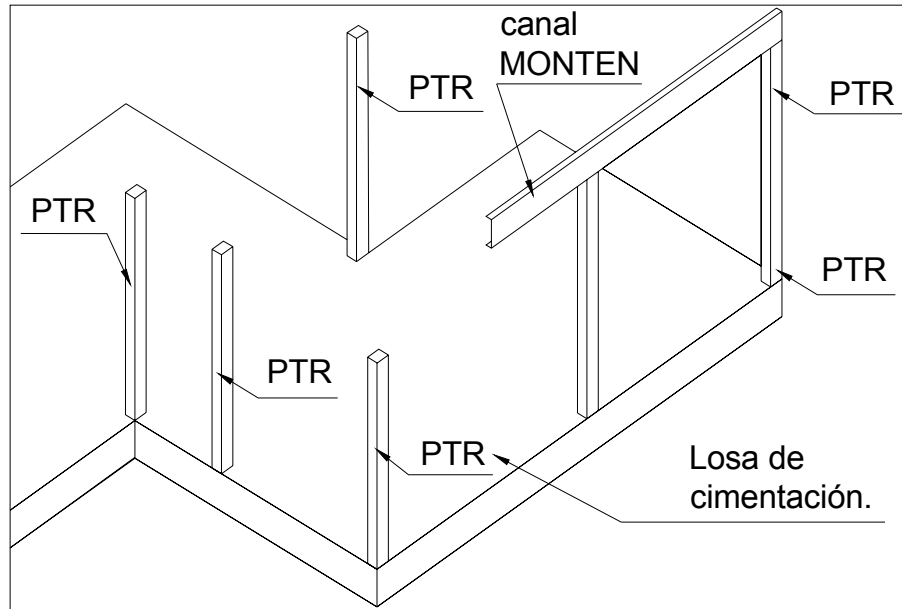


- Plantilla, armado de dalas y losa de cimentación: Hechura de plantilla de concreto pobre tanto en las zanjas como en toda la superficie en contacto con la losa de cimentación. Colocación de dala con base en castillo prehabilitado Grado 60 sección 15-20-4. Sección final de concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ de 15 x 25 cm. Colocación de malla electrosoldada 6/6-10/10, amarrándola a las dalas prehabilitadas. Se resalta la necesidad de calzar adecuadamente la malla para su correcto funcionamiento estructural como sistema de losa base.

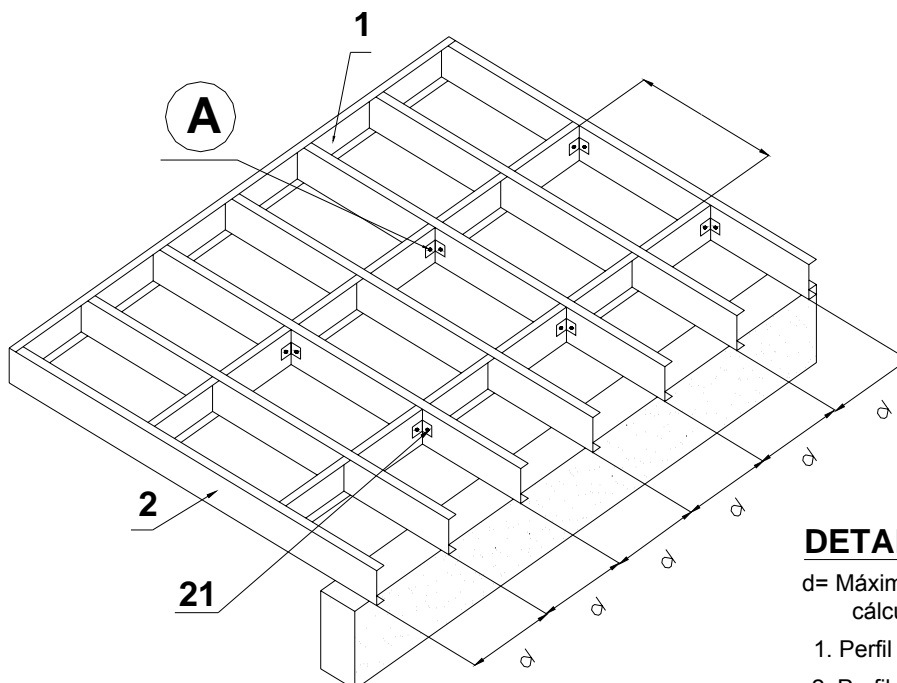




- Cimbrado y colado: Cimbra de dalas, colocación de placas de acero de 3" x 3" x 3/8" con anclas de 3/8" como base para soldar perfiles estructurales (PTR's). Colado monolítico de dalas y losa de cimentación.
- Armado de marcos estructurales: Esquema del armado de los marcos estructurales. Perfiles tubulares soldados a las placas de acero ahogadas en las dalas de concreto armado.



- Armado de estructura de techo: Configuración básica de la estructura de techo, con base en canales MONTEN @ 61 cm máximo o según cálculo. Cargas puntuales considerables exigen refuerzo. Conexiones soldadas o atornilladas, según necesidades de crecimiento de la vivienda.



DETALLE 7

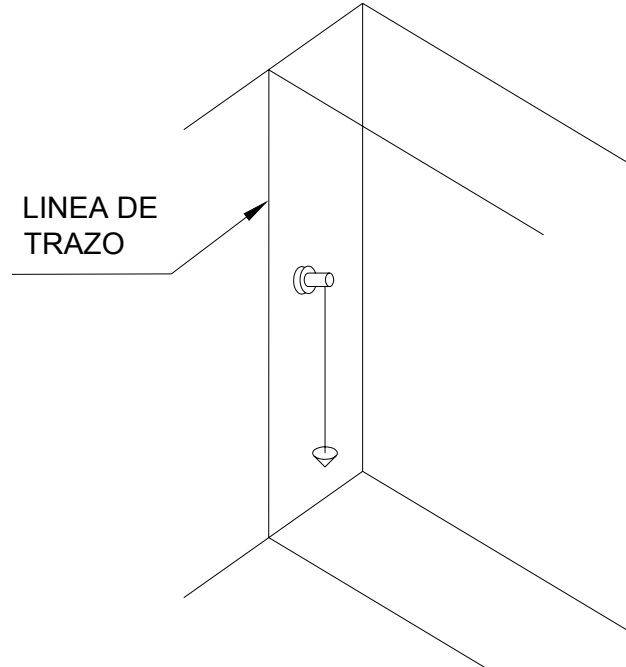
d= Máximo 610 mm verificar según cálculo

1. Perfil de anclaje PA
2. Perfil de encuentro PE
21. Plantilla de anclaje

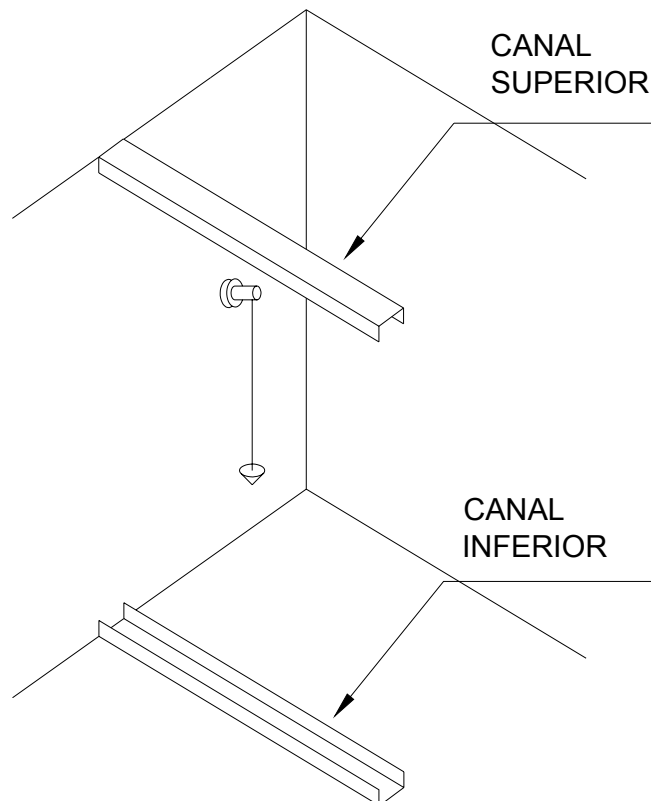


- Muros: Los pasos en la construcción de muros con tableros de fibrocemento y estructura de soporte con perfiles de lámina galvanizada son los siguientes.

1. Trazo del muro, verificando su correcta alineación y plomeo.

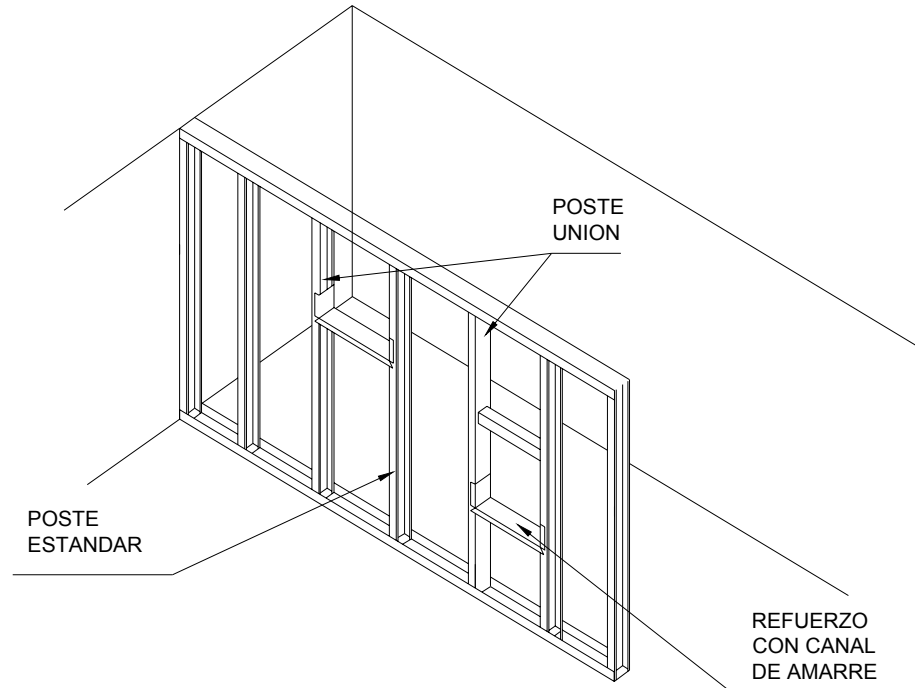


2. Fijación de la canal inferior y superior

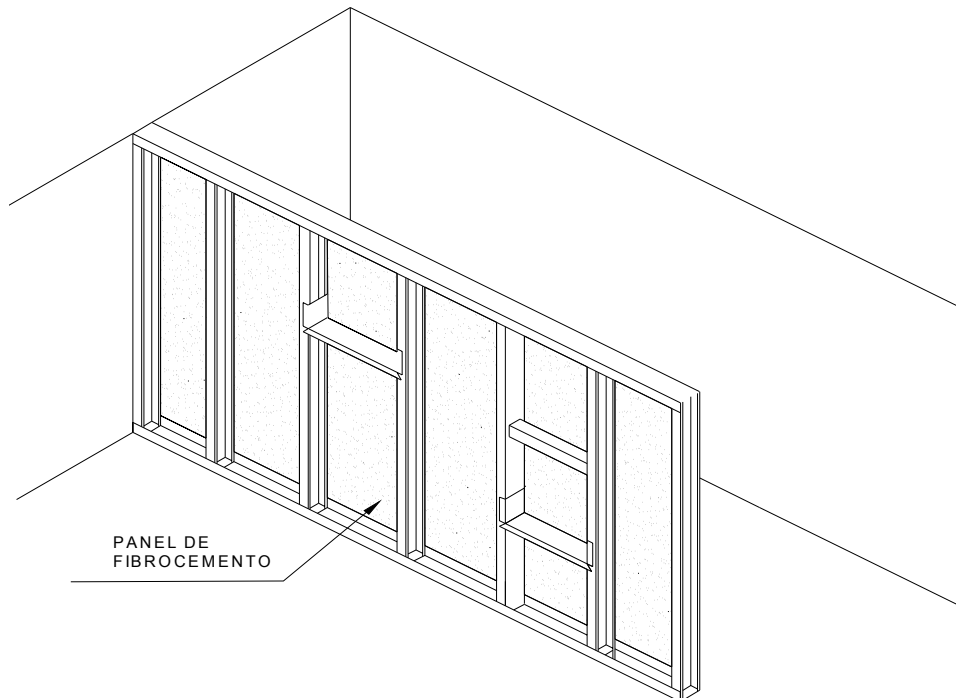




3. Colocación y fijación de postes estándar y unión a cada 61 cm así como refuerzos para instalaciones, vanos de puertas y ventanas

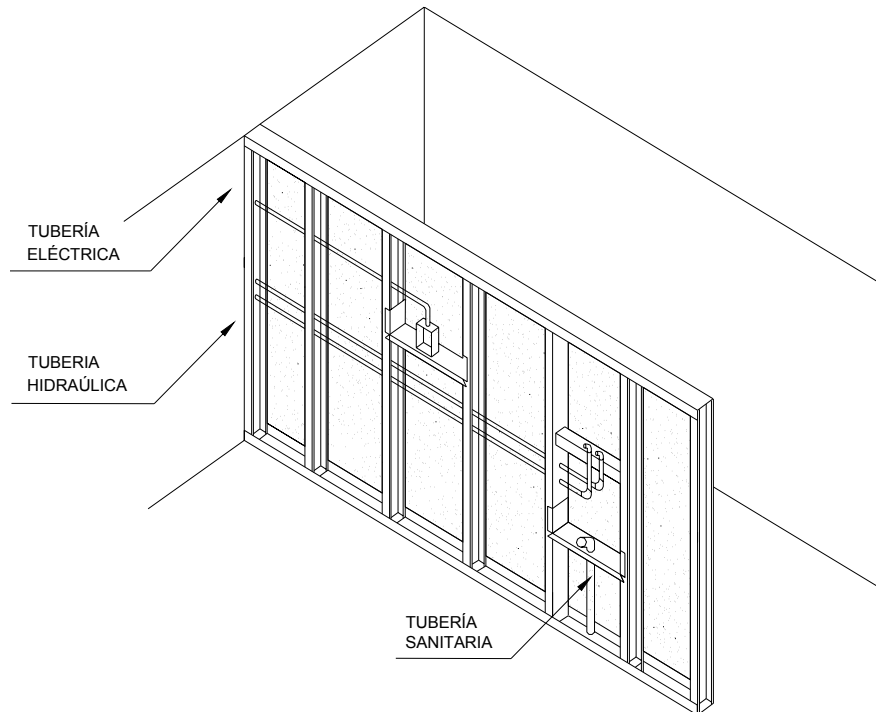


4. Forro de la primera cara del muro con el tablero de 8 mm para interiores o de 11 mm para exteriores y muros húmedos

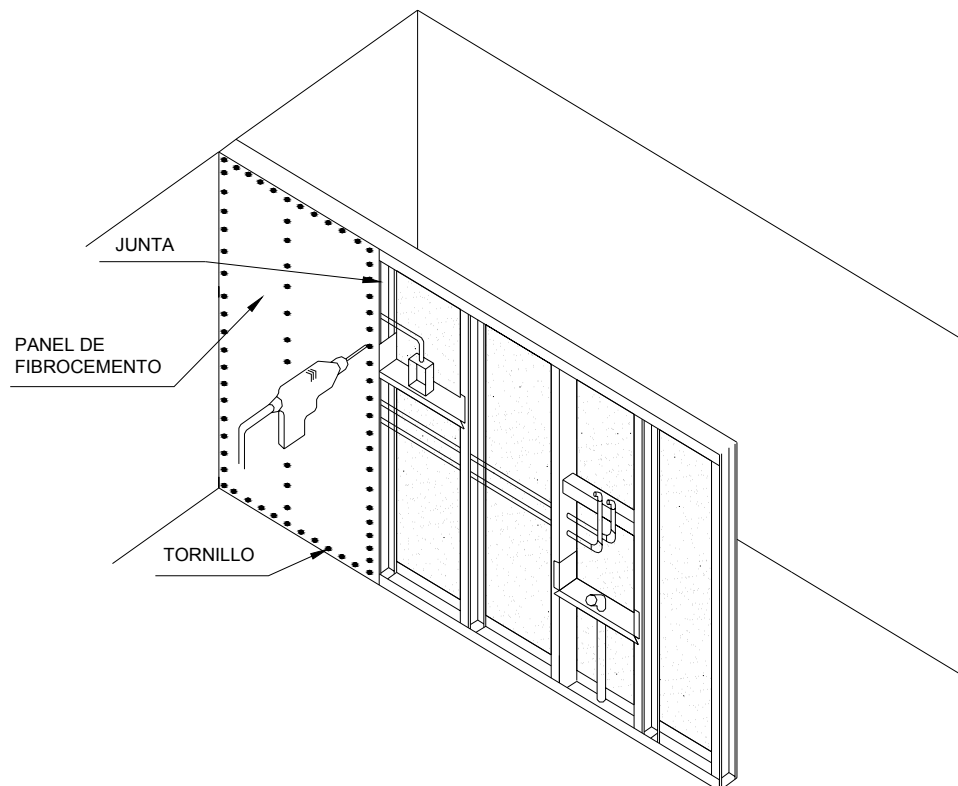




5. Colocación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, telefonía, etc.

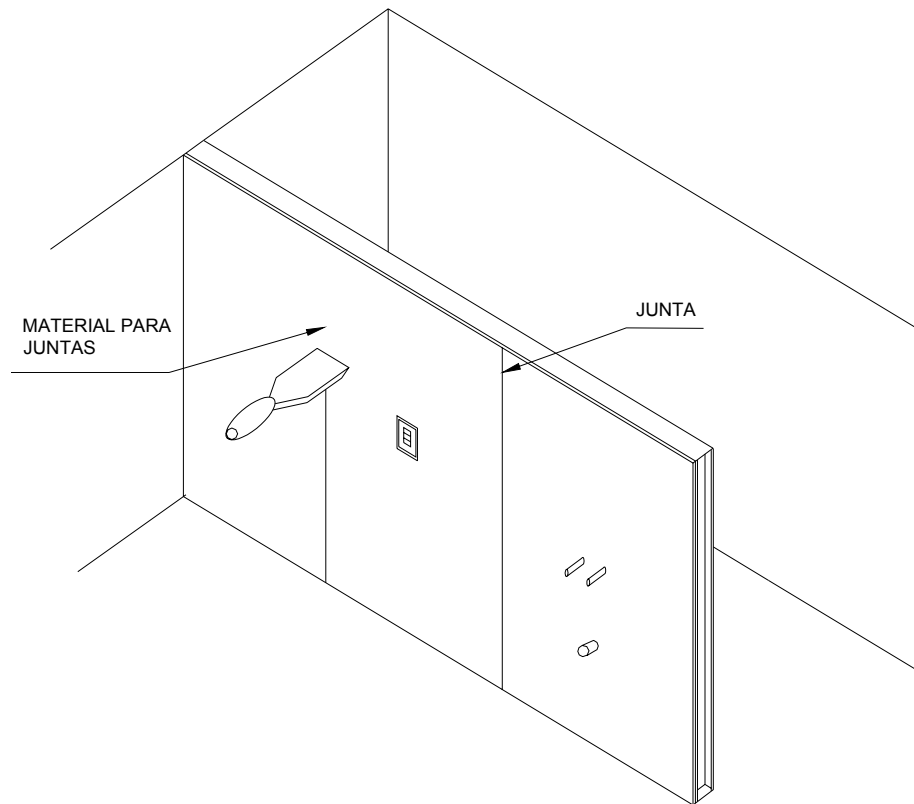


6. Forro de la segunda cara del muro con el tablero de 8 mm para interiores o de 11 mm para exteriores y muros húmedos.

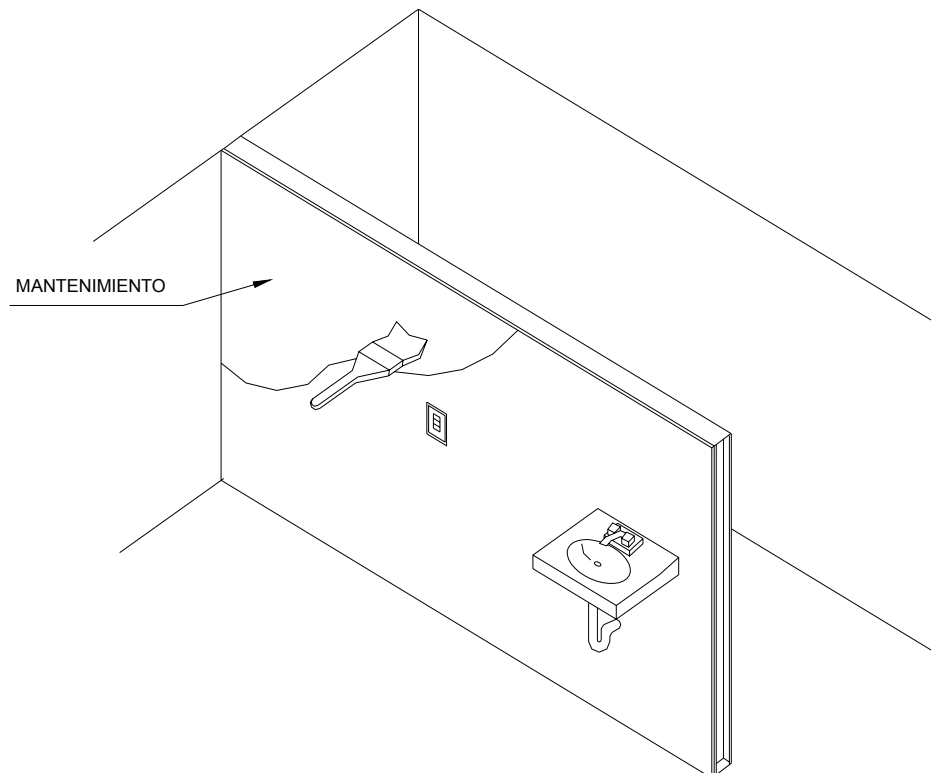




7. Aplicación de material para juntas y resonador para tapan la cabeza de tornillos y/o imperfecciones



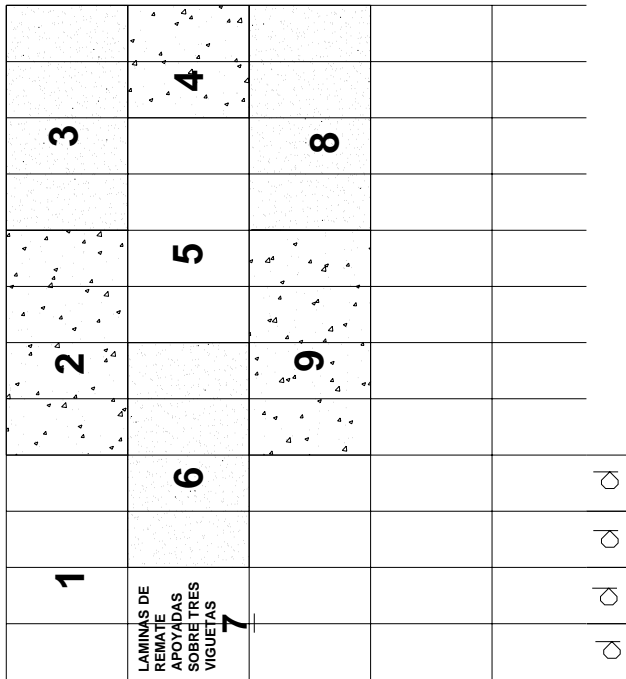
8. Aplicación de material de acabado





Es posible la preindustrialización de los bastidores metálicos dentro de la obra como un proceso simultáneo de la construcción integral.

- Forro de sistema de techo: Forro del sistema de techo con tableros de 20 mm. Tornillería a emplear: tornillos teckbroca autoavellanantes No. 8 x 1 5/8". Sello de las juntas con sellados de uretano SONOLASTIC NP1 con respaldo de polietileno de 3/8".

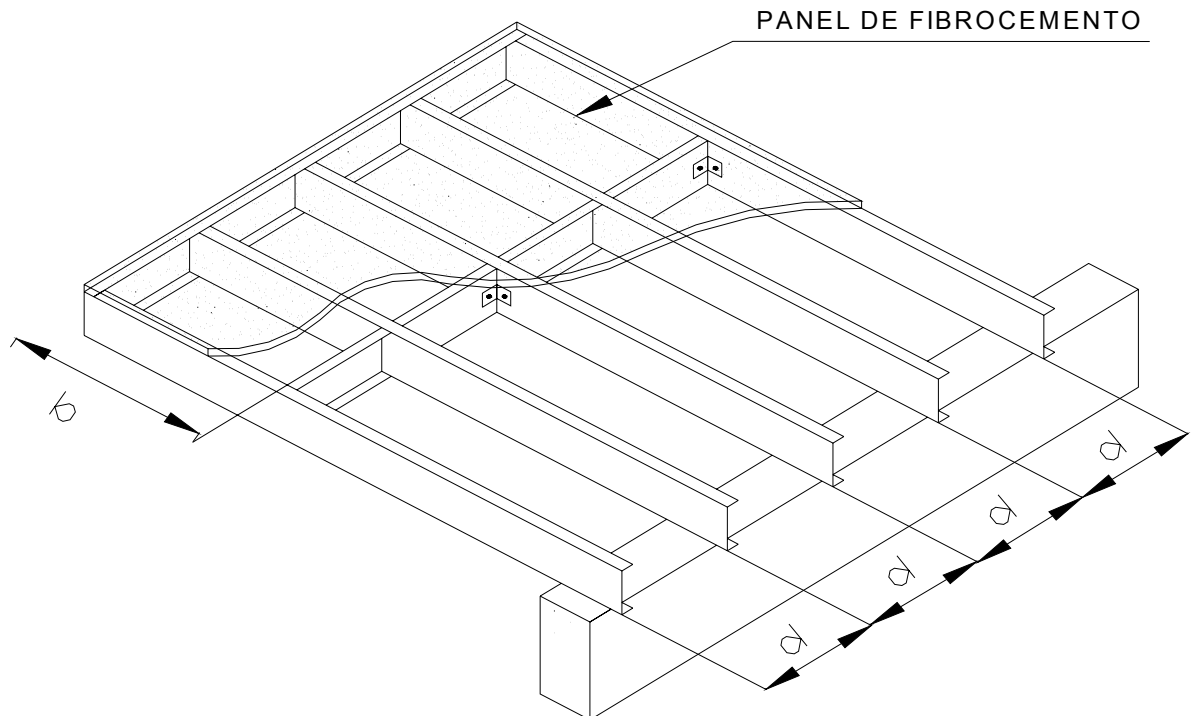


DETALLE 8

- l = 610 mm
b = 1220 mm
1. Perfil de anclaje PA
 6. Tornillo de ajuste cabeza plana
 1. Plantilla de anclaje

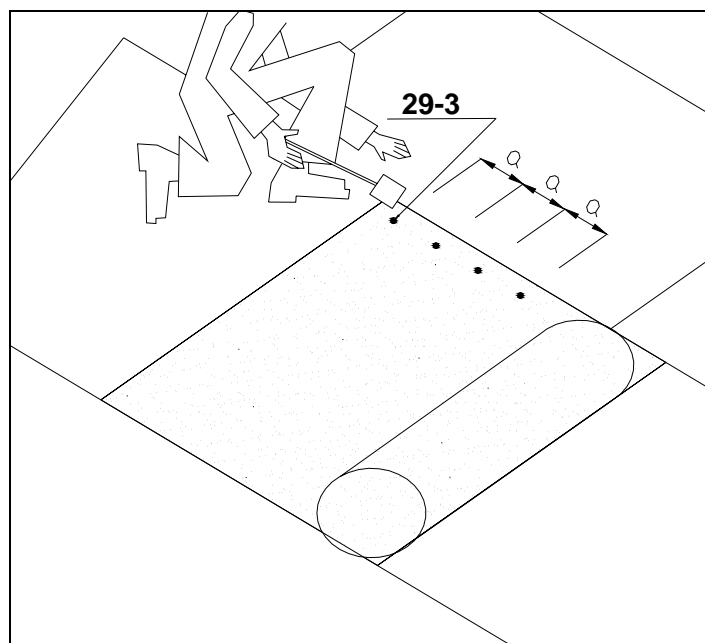
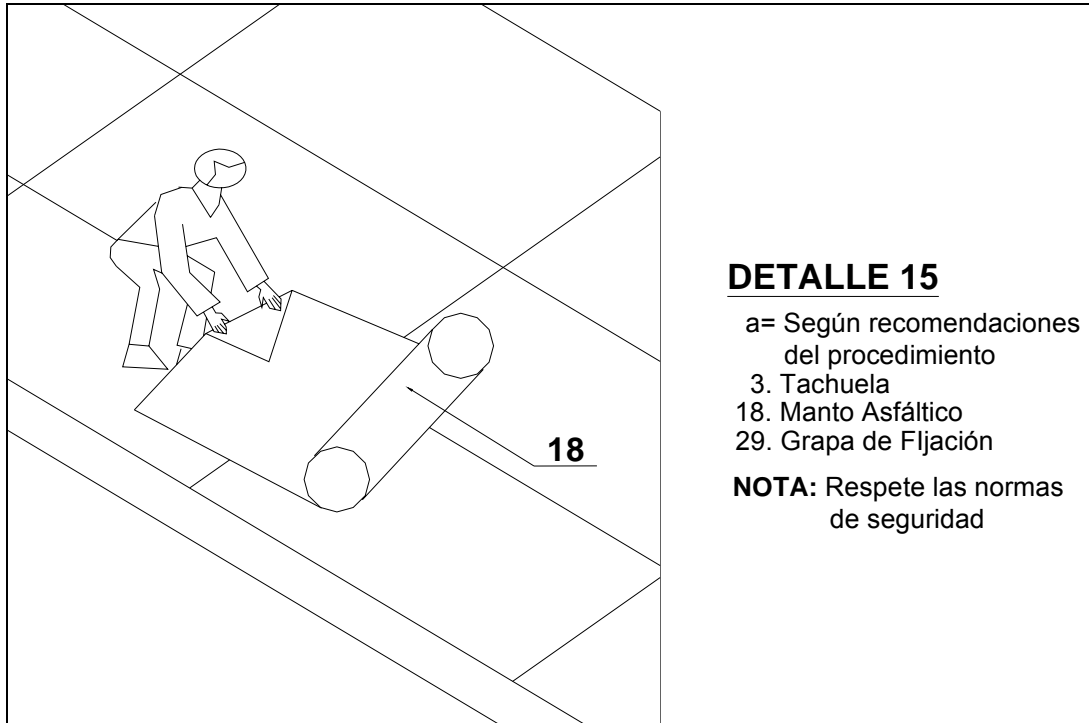
DETALLE 9

3. Vigueta perimetral
 7. Vigueta de carga
 14. Vigueta auxiliar
- d = 610 mm. (24") max.
406 mm. (16")
305 mm. (12")
- Separación entre viguetas de carga debe ser establecida por el calculista según condiciones de carga y distancia entre apoyos.





- Impermeabilización del sistema de techo: Como todo sistema de techo, este sistema requiere de una capa impermeable en toda su superficie. Ésta se logra por medio de un manto impermeable prefabricado de asfalto modificado y reforzado con poliéster o fibra de vidrio. Se aplica en frío por medio de adhesivos o tachuelas. Especial atención requiere la aplicación en las juntas de los tableros.



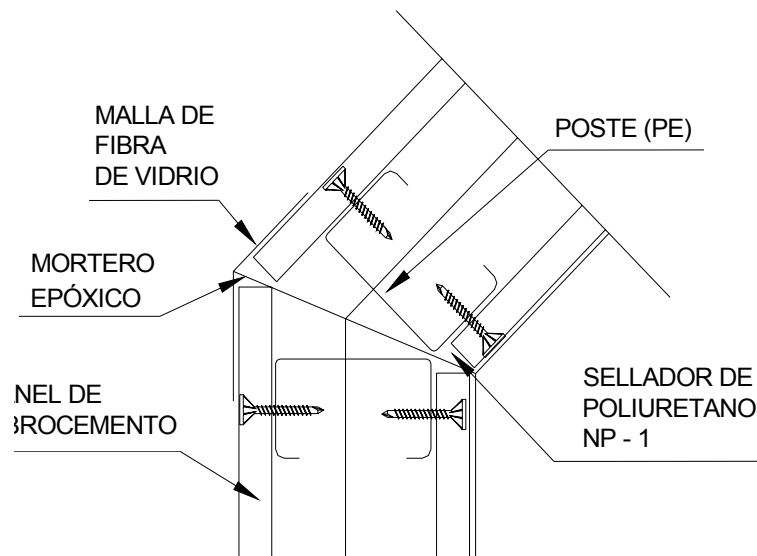
- Plafón: El sistema de plafón de tableros atornillados consta de perfiles de lámina de acero galvanizado colocadas @ 61 cm atornillados sobre la estructura de techo. Los tableros a emplear serán de 8 mm de espesor mínimo y se atornillarán con tornillos teckbroca cabeza autoavellanante No. 8 x 1 ¼”.



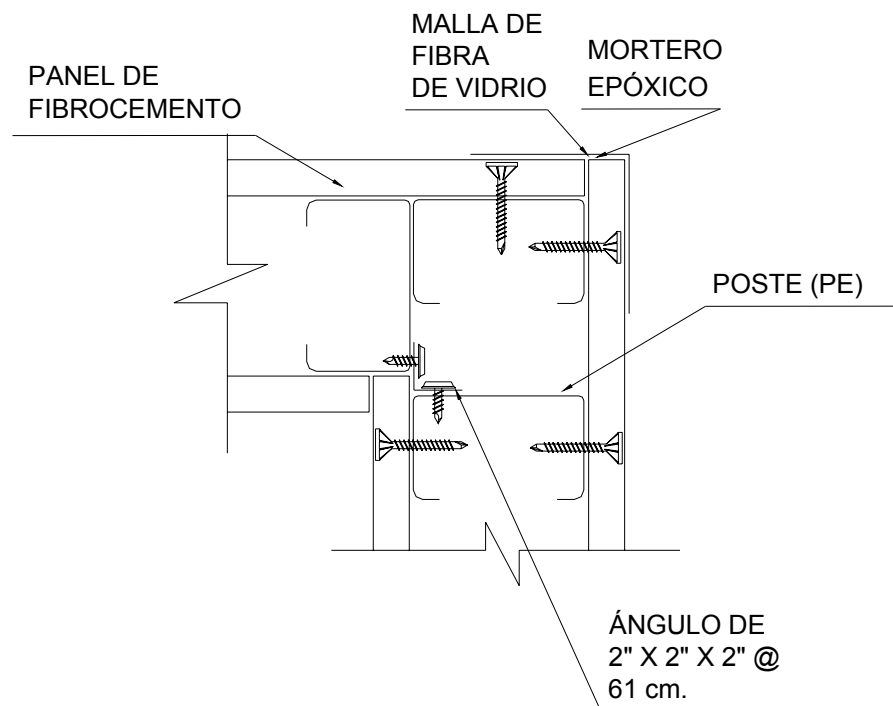
El junteo de los tableros se logra por medio de un sellador epóxico y malla de fibra de vidrio. El ancho requerido para estas juntas es de 3 mm aproximadamente. Habiendo colocado el sistema de juntas y previendo las juntas de control correspondientes (ver ficha técnica 5002) se procede a aplicar el material de acabado.

- Detalles constructivos. Para el buen funcionamiento de la estructura es importante que se lleven a acabo al pie de la letra los detalles constructivos, por ello es importante poner mucha atención en estos conceptos.

Unión en 45°

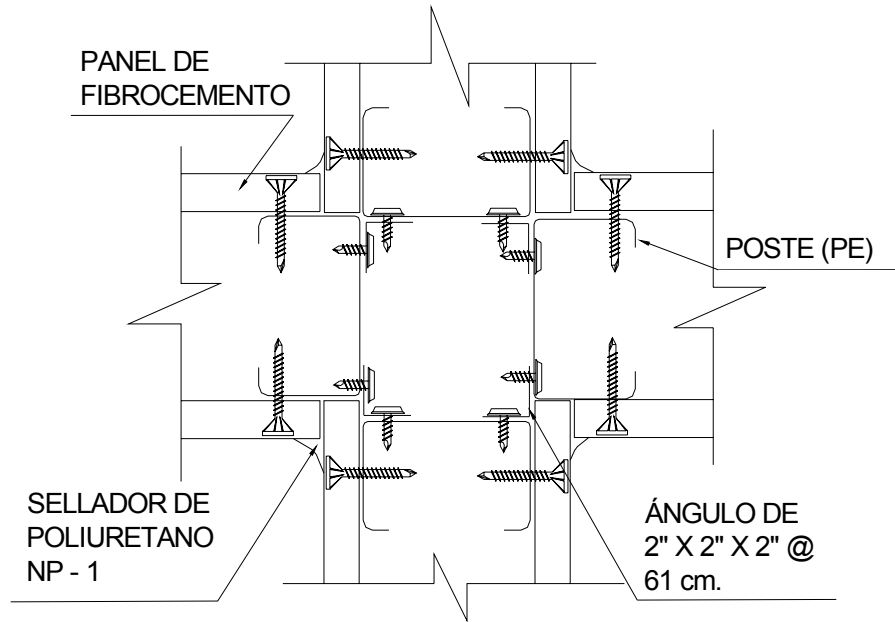


Unión en esquina

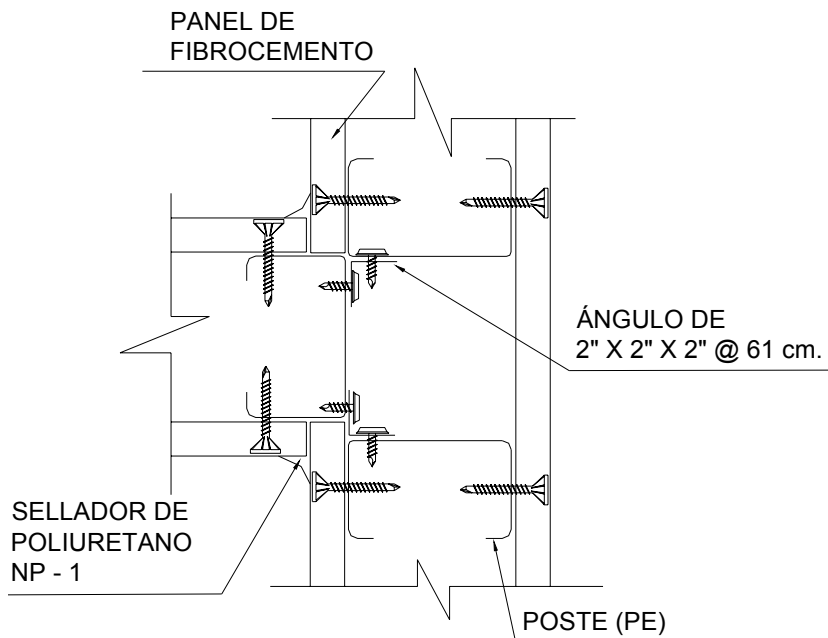


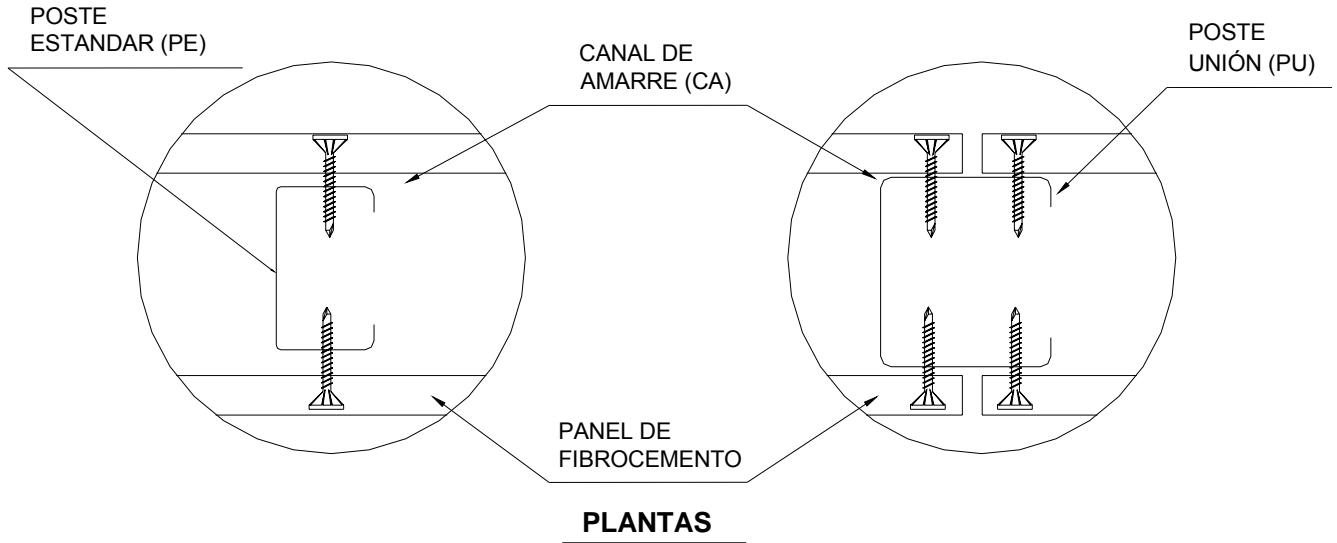


Unión en cruz

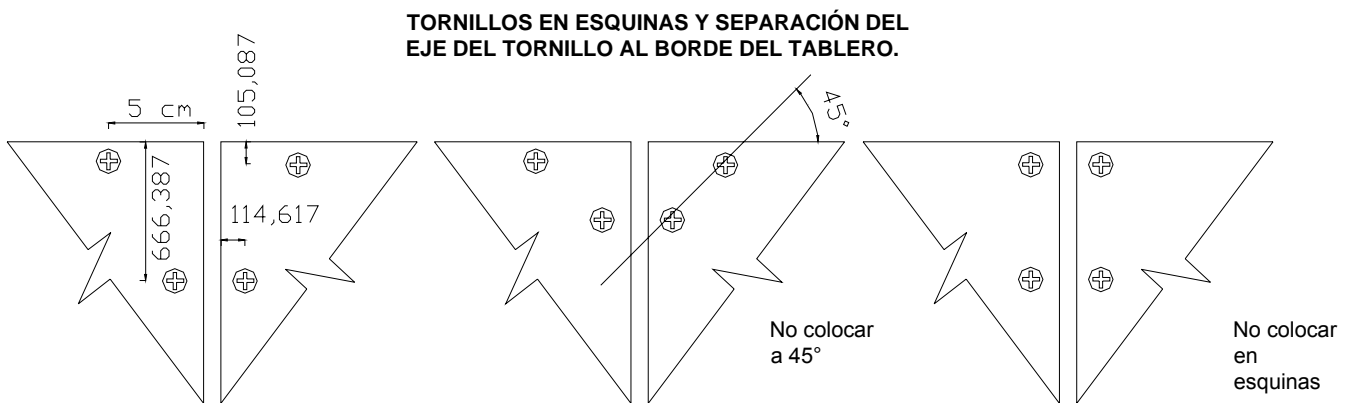


Unión en T





Tornillos en esquinas y separación del eje del tornillo al borde del tablero

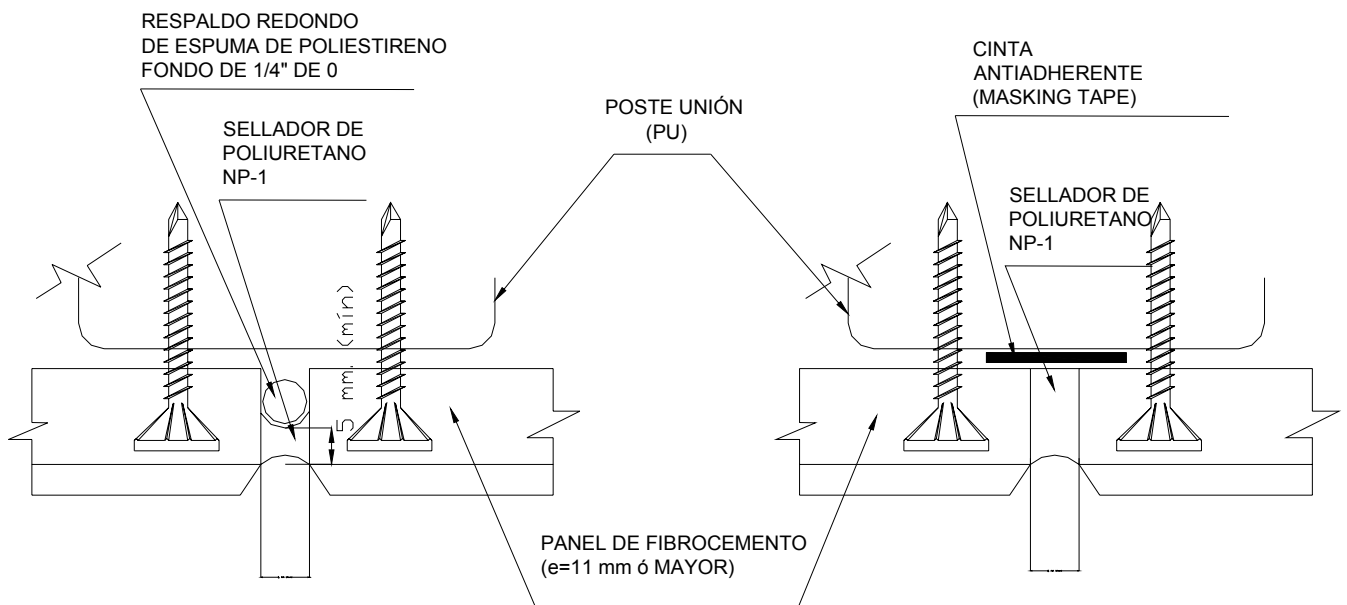


Aplicación de mortero epóxico para junta rígida invisible

1. Limpieza: elimine el polvo en los cantos del tablero (interior de la junta). Antes de instalar los tableros coloque masking tape a todo lo largo de la junta, para evitar que se adhiera el epóxico a la estructura metálica.
2. Mezcla: almacene y haga la mezcla de los dos componentes bajo la sombra. La preparación de los componentes "A" y "B" es en proporción 2 a 1, hasta lograr una mezcla homogénea. Realice una mezcla y aplique (NO REMEZCLAR).
3. Aplicación: con una espátula introduzca la mezcla a lo largo de la junta, presionando firmemente para asegurar un llenado total. No aplique el mortero a temperaturas menores a 5°C. De preferencia haga la aplicación 48 h después de haber instalado el tablero.



4. Colocación de malla: con espátula y mortero epóxico pegue la malla de fibra de vidrio. Deje secar durante 24 h.
 5. Resane: dé una pasada con lija gruesa sobre el área donde se aplicó el epóxico y resane la cabeza de los tornillos, el área de la junta y otras irregulares, aplicando con espátula un resanador base acrílica.
 6. Lijado: elimine las irregularidades con lija para obtener una superficie lista para recibir el acabado.
 7. Acabado: aplique recubrimientos acrílicos o vinílicos permeables al vapor de agua.
- Junta elástica visible. Se utiliza para muros modulados, en este sistema de junta flexible se permite el movimiento entre tableros.



- Aplicación del acabado. Sobre los tableros se puede aplicar una gran variedad de acabados. Las características superficiales de los tableros garantizan una excelente adherencia y trabajabilidad en la mayoría de las pinturas, revestimientos texturizados, impermeabilizantes, barnices, adhesivos para recubrimientos cerámicos y tapices. Coloque 4 puntos de 2 cm de diámetro sobre las piezas o sobre el tablero, y coloque la pieza haciendo presión.



IV.4.8. Ventajas y desventajas

Ventajas

De acuerdo con las características especificadas por los fabricantes las ventajas serían las siguientes:

- ✓ Resistentes a la humedad, lluvia, sol y viento.
- ✓ Resistentes al fuego, son incombustibles.
- ✓ Rapidez, facilidad y limpieza en su instalación.
- ✓ Buenas propiedades acústicas y térmicas.
- ✓ Ligeros (30 kg/m² en promedio con tableros de 8 y 11 mm.).
- ✓ Inmune a hongos, microorganismos, insectos y roedores.
- ✓ Resistente al impacto.
- ✓ Superficie lista para recibir el acabado.
- ✓ Puede clavarse.
- ✓ Puede serrucharse.
- ✓ Puede atornillarse.
- ✓ Puede lijarse y cepillarse.

Desventajas

Aunque las ventajas son muchas no son del todo ciertas, es decir, muchas de las ventajas mencionadas por los fabricantes no son demostradas por éstos, incluso se contradice en algunos aspectos importantes y en algunos casos se duda de su credibilidad. Dentro de este estudio se encontraron algunas desventajas como son:

- × Estructurales: Las estructuras hechas con este tipo de sistemas no tienen una alta resistencia a la compresión, es por ello que sólo se pueden construirse hasta 4 niveles en combinación con otros sistemas estructurales.
- × Almacenamiento: Deben tenerse determinados cuidados al ser almacenadas y se deben colocar en forma horizontal para evitar fracturas en los paneles.
- × Herramientas especializadas: Las obras hechas con estos sistemas tienen que ser realizadas con las herramientas especificadas por el fabricante.
- × Mano de obra especializada: Aunque una de las ventajas es que disminuye el uso de mano de obra, en realidad se debe dar una capacitación a los trabajadores, para que puedan manejar los materiales en forma adecuada, y estos deberán conocer además los manuales de cada fabricante.
- × Limitantes de diseño: Los paneles de fibrocemento son fabricados con dimensiones determinadas y se deben adecuar a los requerimientos de la obra.
- × Accesorios: Para estos paneles se requieren cierto tipo de accesorios que especifica el fabricante.
- × Aceptación: Las construcciones hechas de este tipo de material en general no son bien aceptadas por los usuarios, por la desconfianza de que no resistan los efectos de la naturaleza viento, humedad, lluvia, fuego y sobre todo sismos.
- × Desperdicios: Debido a las dimensiones de la estructura en ocasiones se deben de adaptar paneles a las dimensiones del proyecto provocando una que existan desperdicios que pueden afectar el presupuesto establecido.
- × Acústica y térmico: En este caso la experiencia ha mostrado que ante ciertas condiciones el material presenta problemas de tipo térmico y acústico.

FABRICANTES: Plycem, Durock.



CAPITULO QUINTO

CIMBRA MUERTA

V.1. Introducción

La ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción. La investigación desarrollada pretende buscar alternativas dentro de los diferentes sistemas constructivos existentes, los cuales nos permitan reducir no sólo los tiempos de realización sino además los costos que están involucrados en la realización de cada proceso.

Un sistema que esta adquiriendo fuerza es el de la cimbra muerta (permanente o perdida), que proviene de la definición de cimbra.

Cimbra.- Conjunto de obra falsa y moldes temporales que sirven para soportar y moldear la construcción de elementos de concreto.

En este caso la cimbra muerta es un molde permanente el cual le dará al sistema una resistencia adicional a la construcción.

Molde.- Parte de la cimbra que sirve para confinar y amoldar el concreto fresco de acuerdo a las líneas y niveles especificados por el proyecto, durante el tiempo que éste alcance su resistencia prefijada.

En estos casos los moldes darán características especiales a las construcciones.

V.2. Tipos

Los sistemas constructivos con base en cimbras muertas cuentan con varios tipos, entre los cuales se encuentran los de piezas especiales de PVC (polímero reforzado) que se ensambla entre sí (machi-hembrado) y que se rellenan de concreto, y los de poliestireno expandido en forma aislante para concreto (ICF) del tipo bloque con configuración tipo parrilla del concreto

V.3. Cimbra muerta con base en PVC (polímero reforzado)

Este sistema constructivo revolucionario compuesto con piezas especiales de PVC (polímero reforzado) que se ensambla entre sí (machi-hembrado) y que se rellenan de concreto, lo cual le confiere características adecuadas en términos de fortaleza, apariencia, durabilidad, limpieza, alto coeficiente de aislamiento térmico y acústico y que no necesita mantenimiento, es resistente al intemperismo y a los rayos del sol, proporcionando una larga duración.

Este machi-hembrado se lleva a cabo con dos piezas básicas del sistema:

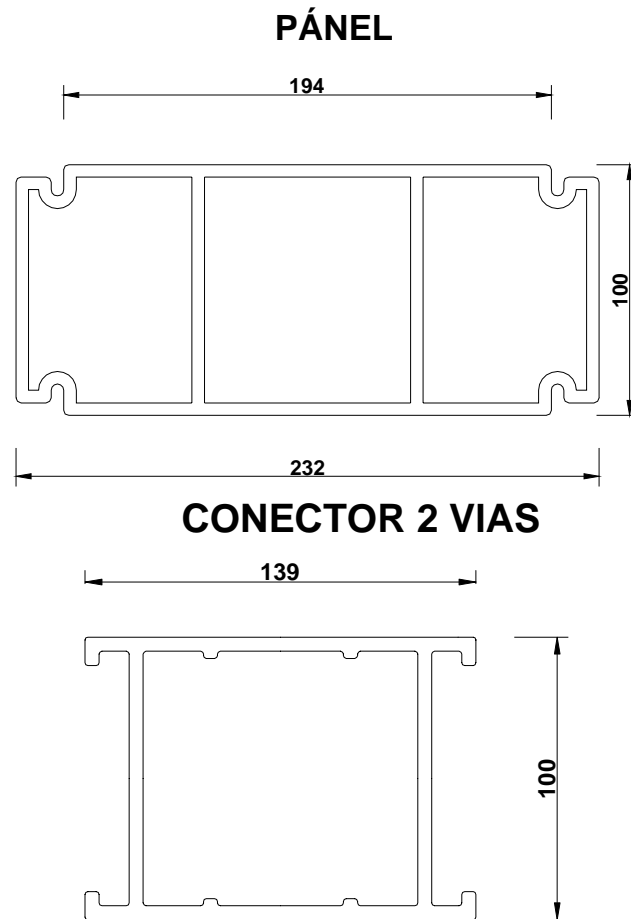
- Panel: sección rectangular de 232 mm x 100 mm, (hembra) que se fabrica con una longitud especificada para cada proyecto (hasta 12 metros).
- Conector o caja conectora: de 100 mm x 100 mm, que se desliza (macho) y que también se fabrica con una longitud especificada para cada proyecto (hasta 12 metros).



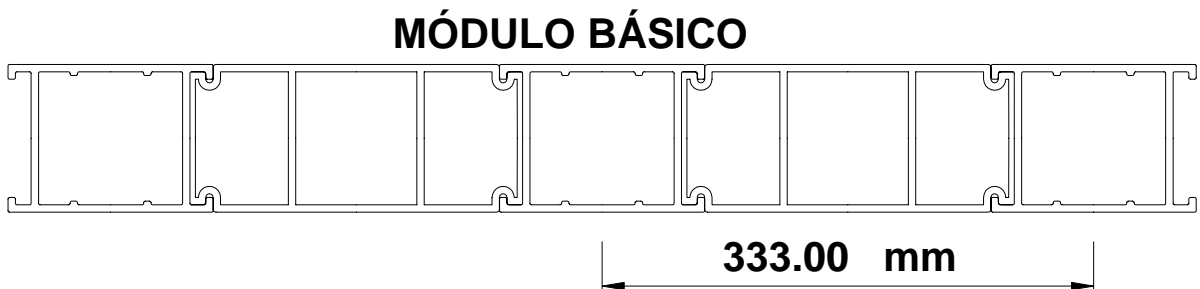
- Modulo básico: Es la unión de un panel y un conector suma 333 mm de longitud por 100 mm de ancho (facilita el diseño por adecuarlo al sistema métrico decimal).

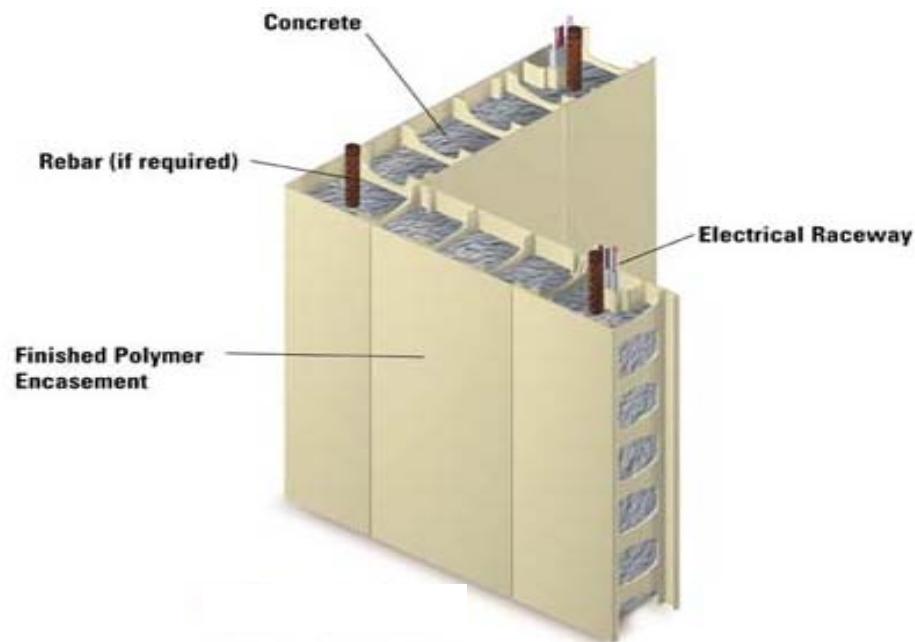
Los paneles y conectores, así como los demás insumos del sistema, junto con el concreto, las varillas de acero vertical y horizontal, según el proyecto, convierten al sistema en un producto final con una gran fortaleza. El encofrado del sistema proporciona al concreto un curado casi perfecto, por lo que su resistencia es mayor, consiguiendo así un posible ahorro de acero.

La losa construida con el mismo sistema también se arma con estos paneles y conectores pero no se rellena de concreto, lo cual la hace ser más ligera y, según la zona geográfica, lleva un aislante térmico. El techo sólo funciona como losa tapa, no como entrepiso.



Existen además, conector de tres y de cuatro vías, así como esquinero y terminal





V.3.1. Proceso constructivo

El proceso general del sistema, está regido por los estándares y reglamentos de construcción de cada localidad y por las normas que han sido establecidas a ese respecto en cuanto a salubridad y seguridad civil. Se considera que el sistema proporciona un muro de carga con las características básicas de una estructura monolítica de concreto, la cual puede ser calculada como reforzada o no reforzada, dependiendo de las condiciones del terreno, la localización geográfica y la exposición a huracanes. Se debe contar con:

- Proyecto, plantas arquitectónicas, cortes, fachadas
- Proyecto adaptado al sistema constructivo (en algunos casos el fabricante con base en el proyecto elabora un proyecto adaptado al sistema)
- Programa de entrega del sistema
- Preparación del terreno, limpieza, compactación, mecánica de suelos, excavaciones.

V.3.1.1. Cimentación, preparación de instalación hidráulica y eléctrica.

- Cimentación.

Sobre plataforma, zapatas y/o cadena (lo que indique el cálculo estructural), se colocan, de acuerdo al trazo de proyecto, el anclaje que retendrá los muros del sistema. El anclaje consiste en disparos de varilla a cada 1/3 de metro (0.333 m) con varilla del #3 (10 mm) con empotre de 30 cm y escuadra de 12 diámetros; cada ancla debe tener 100 cm y 50 cm, alternadamente, de longitud de anclaje de muro y deberán coincidir con conector. El cálculo deberá establecer para cada caso, según la localidad, tanto la frecuencia como el diámetro del anclaje. Las frecuencias deberán establecerse en módulos de tercios de metro. La superficie resultante de la cimentación, se considera nivel de desplante para los muros construidos con el sistema, así debe prevenirse cualquier desnivel que se pretenda hacer tanto hacia abajo como hacia arriba (patios, terrazas, bajo niveles, etc.)

También es importante prevenir el grueso del acabado del piso, normalmente alrededor de 15 mm, para no interferir con las puertas.

Al hacer el colado procurar cumplir con lo que anteriormente se mencionó. La superficie debe quedar llana y a nivel.



- Instalación Hidrosanitaria.

Las salidas de agua y los desagües deben quedar de 15 a 20 mm de separación entre muros y tubos, y 150 mm entre tubos alimentadores, de modo que se pueda colocar la pieza-ducto que tapa la tubería. Los tubos de esta instalación pueden ir ahogados en los muros, en los casos que así se requiera. Se deberá prever las BAP y BAN (bajada de agua pluvial o bajadas de aguas negras), considerando un ducto interno adosado al muro, no ahogado, o al exterior del edificio. La descarga general deberá ser considerada como se instala normalmente.





- Instalación Eléctrica

Cuando la construcción esté equipada con techo de este tipo de sistema, conviene hacer el remaleo por la plataforma del piso (losa de cimentación). Posteriormente se usa el ducto vertical de los conectores y los conductos que poseen las tapas de muros para distribución horizontal. Las salidas o disparos de poliducto para el ramaleo eléctrico deben coincidir con la celda central del panel, usando un adaptador de canal eléctrico para este objeto, procurando que sea poco frecuente. Cuando el edificio lleva entresijos o techos de concreto, éstos pueden ser aprovechados para la distribución del poliducto horizontalmente.

Verticalmente, de piso a techo o de piso a piso, para disponer de salidas de contactos, apagadores o arbotantes, los conectores tienen la posibilidad de equiparse con un ducto eléctrico propio del sistema que permite colocar todos los accesorios de la instalación eléctrica.

Es importante prevenir cualquier otra instalación (aire acondicionado, calefacción, etc.) considerándola dentro del proyecto.

NOTA: La instalación eléctrica se realiza como usualmente se acostumbra, según el cálculo correspondiente, pero se utilizan los ductos del sistema por seguridad. Se recomienda el uso de arbotantes, aunque se pueden colocar centros en el techo.

V.3.1.2. Armado de muros

Una vez colado se procede a rehacer el trazo de los muros, marcando la superficie con tiralíneas (Chalk line), verificando escuadras y medidas. Enseguida limpiar los asientos para muros, despejar revoltura de los disparos de instalaciones, etc.

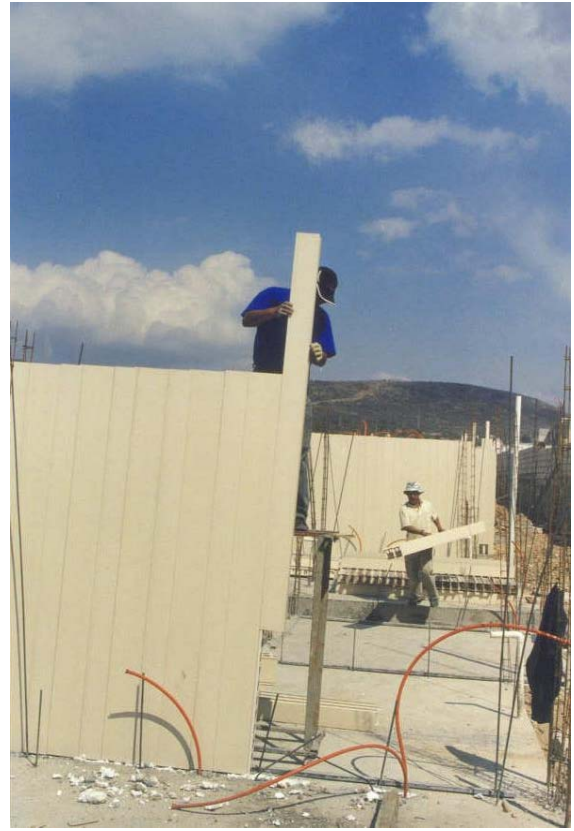
Con base en el proyecto, al terminar la cimentación, se determinan los "listones" de madera (20 mm x 50 mm x 2.44 m) que se requieren para hacer las guías de los muros, las tablas deberán ser cortadas a la mitad longitudinalmente a $\frac{3}{4}$ " x 4" x 8'. Se colocarán en una cara de cada muro previendo los cruces de éstos. Especialmente se colocarán en todos los muros perimetrales, los cuales serán retenidos por la parte exterior de ensamble. Para esta operación se hace el trazo con el tiralíneas. Se trazan además los registros de colocación del muro, sobre el piso, a cada 1000 mm (1 m) procurando que las juntas de cada 3 módulos coincidan con el registro.

El muro se compone básicamente de 2 elementos, "panel y conector" que se ensamblan uno con otro sucesivamente por medio del machi-hembrado que poseen, formando así el muro.

Se inicia el ensamble en una esquina exterior cualquiera. Esto se hace a partir de una pieza de esquina que siempre será un conector, se avanza en ambos sentidos de la esquina para hacer estable el muro.

Los conectores deben coincidir invariablemente con una "varilla-ancla".

Cuidar que las salidas eléctricas también coincidan con conector. Existe la posibilidad de usar un panel con adaptador (excepcionalmente). Para el ensamblado de muros, el sistema proporciona planos con la nomenclatura de las piezas. Generalmente se pueden identificar por su longitud (altura) y tipo de pieza, panel o conector.





Durante el proceso de armado se encontrará que existen vanos, ya sean ventanas, puertas o pasos, para los cuales existen piezas especiales que se especifican en los planos y también puede haber piezas que reciban vigas o piezas preparadas para otras aplicaciones. Todos estos datos se pueden encontrar en los planos y serán explicados por el supervisor.



Los muros de concreto son una estructura, por lo tanto llevan refuerzo de acero que se determina de la siguiente manera:

- a) De acuerdo a la localización de la obra, se sugiere una cantidad mínima de este tipo de refuerzo, que aparece en los planos, mismos que deberán ser revisados y en su caso aprobados por un perito responsable de obra.
- b) Un calculista determina, apoyado en las normas vigentes de la región, la estructuración y refuerzo que deberá ser aplicada en caso particular, avalada por un perito responsable.

Para la colocación del refuerzo, en algunos casos particulares, será necesario determinar junto con la Dirección Técnica del sistema la mejor manera de colocarlo, aprovechando o ajustándose al sistema, a sus ventajas o limitaciones.

El refuerzo se puede colocar tanto vertical como horizontalmente. Vertical en las celdas verticales del conector, horizontal en los espacios que traen las paredes de los Conectores y Paneles.

Las instalaciones en muros se reducen a la eléctrica, que se integra en los ductos del sistema y que debe preverse conforme al proyecto eléctrico. La hidrosanitaria normalmente no se ahoga en los muros, sin embargo es posible prever ocultarlas mediante ductos formados con los mismos elementos de muros o pueden dejarse los tubos adosados a la construcción.

Las instalaciones en general se dejan preparadas de manera que no sean taponadas por el concreto al hacer el vaciado dentro de los muros.

V.3.1.3. Alineación y Plomeo

Habiéndose hecho el ensamble de los muros, deben considerarse los siguientes puntos ya terminados, en orden de ejecución:



- a) Colocación de arrastres exteriores adicionales a las guías, especialmente en muros perimetrales, para evitar el deslizamiento del muro.
- b) Haber colocado todas las canaletas eléctricas y sus conexiones a los disparos dejados en piso.
- c) Verificar que todas las puntas de tubería hayan quedado debidamente localizadas como se especificó.
- d) Que todo refuerzo de acero haya sido colocado como se especificó.
- e) Que las anclas, ya sean para el techo del sistema o para un techo de concreto o entrepiso, estén colocadas o a la mano para que se coloquen.
- f) Que todos los componentes de muro asienten al piso, y que hayan quedado debidamente ajustados cada módulo de 333 mm de acuerdo al registro que se hizo inicialmente ($333 \text{ mm} \times 3 = 1000 \text{ mm}$).
- g) Que todos los muros hayan sido contraventeados correctamente y cuenten con su cimbra para alineamiento (vertical y horizontal) como lo mostrará el supervisor del sistema.
- h) Tener todos los vanos con el apuntalamiento necesario, tanto vertical como horizontal, colocando un separador en la parte inferior para que no cierre el claro, como lo mostrará el supervisor del sistema.
- i) Tener a mano los elementos como son: los embudos, la bomba de concreto, si es posible, o el equipo para el colado según el volumen a manejar; los mazos de hule, andamios, escaleras, etc., todo lo cual debe prever el residente del constructor.



NOTA: En el proceso de armado de muros se ha mencionado que deben colocarse una guía de muros, arrastres adicionales, puntales, contraventeos, alineadores, troqueles, etc., todo lo anterior se hace generalmente con madera, para la cual hay que prever:

Tabla $\frac{3}{4}$ " x 4" x 8', Listón de $\frac{3}{4}$ " x 2" x 8', Barrote 1 1/2" x 4" x 8' y Polín normal (puntal de 10 x 10 cm x 2.4 m, medida en pulgadas 4" x 4" x 8'). Esta cantidad de madera es en función al proyecto y debe ser determinada por el constructor.



La gran ventaja del sistema es que la madera se puede conservar entera y es posible recuperarla en un 90% aproximadamente, además de que se requiere una cantidad menor que en una obra tradicional.



V.3.1.4. Colado de Concreto.

Al hacer el colado debe verificarse que el concreto penetre perfectamente en todos los muros, mediante ligeros golpes con los mazos de hule, especialmente en las uniones del panel y conector. Verificar que los alineamientos se mantengan, así como plomeos y escuadramientos, colocar anclajes para techos o entrepisos. Procurar hacer limpieza conforme se avance en el llenado de muros. Verificar los apuntalamientos, troqueles y que los muros queden apretados para evitar problemas en la medida de los vanos, etc.



V.3.1.5. Colocación del Techo.

Una vez colocados los muros, si el techo es del mismo sistema, un supervisor del sistema asesorará y guiará este proceso:

- 1) Colocar las tapas de muro planas inclinadas o de caballete y las tapas de viga si lleva. (Se utiliza un ducto para la instalación eléctrica, dos ductos en las tapas planas y uno en la inclinada).
- 2) Ensamble del techo. (Básicamente es el mismo principio de los muros).
- 3) Alinearlo y fijarlo al caballete.
- 4) Colocar las piezas que lo fijan a las anclas que se dejaron ahogadas al concreto.
- 5) Se colocan las fascias o vistas de ambos sentidos y las esquinas de fascia.

Al haberse apretado los perfiles que forman los muros, el techo también queda ceñido, evitando de esta manera posibles filtraciones de agua por el techo.

Si el techo lleva teja, se colocan los elementos de arranque y se procede a colocar la teja, se empieza invariablemente de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, rematando con las piezas de caballete. Finalmente se coloca el canalón y sus bajadas, con la guía que se adjunta, pudiéndose colocar o no.

Si el techo no lleva teja, se colocan las piezas que retienen la tapa del caballete, se monta el caballete y las tapas ventiladas de remate del caballete, se sellan las juntas y se colocan tapajuntas en el caballete. Por último, se coloca el canalón y sus bajadas.

Terminado el techo se procede a colocar todas las molduras que sella la junta de muro con techo. Existen molduras de varios tipos que están especificadas en los planos, además el supervisor guiará el proceso de la obra. Se coloca la moldura por dentro y por fuera, generalmente se ajusta en campo.

El sistema consiste en muros de carga de concreto; como tales, pueden y son aptos para recibir cargas. Requiriendo el cálculo estructural correspondiente, permite desarrollar varios niveles usando muros del sistema elegido y losas, entrepisos o techos, de diversos sistemas.

Lo más recomendado es usar un sistema de vigueta o bovedilla con sus variantes, una losa maciza, una losa encasetonada o un sistema desarrollado de otra forma, siempre que esté avalado por un perito. Con cada sistema en conjunto con otros se pueden desarrollar edificaciones de hasta 5 niveles (en México algunos sistemas están aprobados hasta para 5 niveles) requiriéndose como cualquier construcción, una cimentación adecuada al lugar donde se edifique.



Las losas que se apliquen al sistema deberán quedar adecuadamente ancladas y se cuidará la continuidad de los refuerzos y anclajes, apegándose invariablemente a las normas que rijan y contando siempre con un diseño y cálculo estructural desarrollado por un perito calculista aprobado por las autoridades locales.

V.3.1.6. Acabados, accesorios y herramientas

Anexo 1.3.1

V.3.1.7. Ventajas y desventajas

Ventajas

- ✓ Ventajas del sistema.



La sencillez y rapidez del proceso constructivo, limpieza dentro de la obra, la inexistencia de desperdicios del material. La superficie de los elementos estructurales es prácticamente lisa, de manera que al recibir el acabado pueden optimizarse al máximo las cantidades de éste al ser factible especificar un espesor mínimo, sin necesidad de repellar con mortero previamente.

Las casas terminadas tienen la apariencia de una casa convencional, los muros tienen la solidez propia de un muro de concreto. Dejando el material aparente en algunas zonas o elementos (fachadas laterales, baños y cocina) si se aprecia como factible, ahorrando así la colocación de acabado. Una casa terminada y con acabado tiene la misma apariencia y solidez que una construida convencionalmente.

Las superficies con material aparente de baños y cocinas no dan sensación de extrañeza, además de su facilidad de limpieza. El material aparente en detalles arquitectónicos da un cierto juego muy aprovechable; con una capa de pintura mate da apariencia de madera.

- ✓ Ventajas del fabricante.

Sencillez al proyectar: modulación del sistema permite que el diseño sea muy sencillo. Edificación rápida, tres personas pueden construir una casa de 50 m², de un piso en 3 días en cualquier tipo de condiciones climatológicas, partiendo de una sencilla plataforma de cimentación. Control en obra, El sistema permite que la obra sea perfectamente controlada dentro de un ambiente de orden limpieza y seguridad.

Ahorro en gastos indirectos y en costo financiero, la reducción hasta en un 50% del tiempo total de construcción (dependiendo de la integración del sistema que se use) permite un mayor control y una alta eficiencia en personal administrativo, de supervisión y de construcción. Esta misma reducción propicia una rápida recuperación de la inversión y una fuerte reducción del costo financiero. Alta rotación de recursos, nuevamente por el ahorro del tiempo de construcción, el constructor puede emplear sus recursos, técnicos y administrativos, en un mayor número de obras dentro de un mismo lapso de tiempo, en relación a las obras tradicionales.

Costeo fijo, por la velocidad de construcción, el sistema permite costos fijos no sujetos a escalatoria. Propicia una magnífica imagen del constructor, la presentación final y el tiempo de construcción permiten que el constructor entregue al cliente final una construcción de primera calidad en todas las etapas del proyecto, libre de problemas y en un tiempo muy reducido. Reducción de residuos, el sistema reduce sensiblemente la generación de residuos de la construcción (RIC's).

- ✓ Ventajas para el usuario final.

Costo de mantenimiento, sustancialmente más bajo que en la construcción tradicional, el sistema presenta:

- Alta resistencia a huracanes, temblores, inundaciones.
- No se oxida, enmohece, decolora o corroe, etc.
- Ningún insecto le afecta
- No requiere impermeabilización ni pintura
- Alta resistencia a la propagación de fuego y baja generación de humos.

De fácil limpieza, ahorrando esfuerzo a las amas de casa y/o el personal encargado. Ahorro de energía, tanto en calefacción como en empleo de aire acondicionado. La piel plástica que recubre el concreto, tanto interna como externamente, actúa como aislamiento térmico favoreciendo el mantenimiento de temperaturas agradables en el interior de la construcción con un sustancial ahorro en costo de energía.

Ahorro en recursos económicos, el tiempo de realización de la construcción permite una rápida recuperación de la inversión y elimina las sorpresas en cambio de precios dada la precisión de la cotización y el tiempo de entrega. El sistema hace que la construcción sea inviolable, dada la alta resistencia de las paredes a la perforación. Incorporación de productos innovadores, el sistema cuenta con una amplia gama de productos complementarios que se integran perfectamente al sistema. Éstos son entre otros:

- Paneles decorativos



- Tejas
- Ventanas
- Puertas
- Puertas de patio
- Puertas de garage
- Puertas de closets
- Closets

Que constantemente se están ampliando y actualizando. Recibe cualquier tipo de acabados, de ser requerido, como:

- Pintura
- Recubrimiento
- Lambrín
- Azulejos
- Texturizados

Desventajas

- × La principal desventaja es el costo del material debido a que no se recupera el material
- × La aceptación del comprador a un material plástico en la construcción de una vivienda no esta muy aprobada
- × Este sistema tendría que ser compatible con otros sistemas (muros de contención, muretes de acometida, bardas divisorias o perimetrales, remates en fachadas, etc.)
- × Debido al origen del sistema no se encuentra disponible en nuestro país, las piezas deben ser traídas desde el extranjero
- × El sistema no cuenta con dispositivos para soportar losas de entepiso y solo se utilizan sobrepuestas como losa tapa
- × El diseño se vería condicionado por las piezas comercializadas, no se pueden hacer ciertos ajustes
- × En este caso las pastas texturizadas no tienen buen soporte ante la base plástica del sistema
- × Requiere de mano de obra especializada debido a que existen ciertas reglas que se deben de seguir de acuerdo con el manual de instalación

FABRICANTES: RBS



V.4. Cimbra muerta con base en Poliestireno expandido

El bloque constructivo de poliestireno expandido es una forma aislante para concreto (ICF por sus siglas en inglés, Insulating Concrete Form) del tipo bloque con configuración tipo parilla del concreto hecho a base de poliestireno expandido de 25 cm de alto por 1.125 m de largo y 12.5 cm de ancho que se unen entre sí mediante dientes en su parte longitudinal y vertical.

La pieza contiene nueve celdas circulares huecas de 8.5 cm de diámetro en el sentido vertical en donde se recibe concreto y se coloca el refuerzo vertical requerido. En el sentido horizontal, la pieza tiene un espacio de aproximadamente 10 cm en donde se puede colocar el refuerzo en ese sentido y recibir el concreto. El poliestireno es de alta densidad (24 kg/m^3).





Capacidades de carga		
Altura del muro	Refuerzo vertical	Refuerzo vertical
Metros	Var #3 @ 75 cm	Var #3 @ 50 cm
2.50	4000 kg/m	4000 kg/m
2.75	3000 kg/m	4000 kg/m
3.00	2000 kg/m	3000 kg/m

Las piezas de se unen para formar un sistema de muro con capacidad estructural. La unidad básica para la modulación contiene una celda y mide 12.5 cm de ancho, 12.5 cm de largo y 25.0 cm de alto, los relieves de su cara superior son la inversa de los relieves de la cara inferior lo que permite un machihembrado, estos relieves son idénticos en los cuatro lados de las caras lo que permite que el machihembrado se dé indistintamente en las cuatro orientaciones. Si se recorta la pieza entera del bloque constructivo en múltiplos de 12.50 cm en su longitud, se pueden lograr piezas que se pueden ensamblar sin problemas



V.4.1. Proceso constructivo.

El proceso constructivo para la cimbra muerta con base en poliestireno expandido es muy sencillo y se describe a continuación:

V.4.1.1. Cimentación y anclaje de muros.

La cimentación será la especificada en el proyecto estructural.

Deberán dejarse las varillas del refuerzo vertical a la separación especificada y ancladas a la cimentación. Las varillas del refuerzo vertical deberán tener una altura de 1.20 m sobre el nivel de desplante para permitir la fácil colocación de las piezas para poder traslapar el siguiente tramo.



En los casos donde ya exista cimentación o se trate de una ampliación en un segundo nivel sobre losa de concreto, se pueden anclar las varillas de refuerzo vertical de dos formas:

- a) Barrenar la losa existente y colocar las varillas fijándolas con epóxico.
- b) Colocar una cadena de concreto reforzado, dejando integradas las varillas de refuerzo vertical.

En los dos casos anteriores, las aplicaciones deberán considerarse y ajustarse a las condiciones específicas de la obra, como son pendientes en losa, cadenas existentes y todos los elementos estructurales de desplante y adyacentes, lo anterior deberá ser especificado con precisión en el proyecto.

Las piezas de cimbra muerta se colocarán directamente sobre la cimentación, sin que sea necesario algún adhesivo o junta.

Deberá realizarse un desplante inicial de una hilada para comprobar la modulación y planear los cortes que se realizarán en el bloque para las instalaciones. Deberá realizarse un desplante inicial de una hilada para comprobar la modulación y planear los cortes que se realizarán en el bloque para las instalaciones. Se deberá colocar en la primera hilada el refuerzo horizontal especificado, amarrado al acero de refuerzo vertical de tal manera que se tenga el recubrimiento adecuado.





También se pueden desplantar dos hiladas y pasar el acero de refuerzo horizontal a la segunda hilada, lo que ha dado muy buenos resultados en la experiencia, dado que las piezas forman un conjunto más resistente al viento y las instalaciones eléctricas y sanitarias se pueden colocar antes del primer colado. En esquinas e intersecciones deberá extenderse el acero al muro adyacente en la longitud de anclaje requerida.

V.4.1.2. Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, deberán prepararse antes de la colocación de la cimbra muerta y de preferencia las tuberías se conducirán por el centro del muro.





V.4.1.3. Colado de muros

Para iniciar el colado de las celdas de la cimbra muerta, con el concreto especificado, se recomienda que estén colocadas por lo menos dos hiladas, para garantizar que el trazo se mantenga durante el colado, ya que el traslape machihembrado de la cimbra muerta ayuda a mantener fija la alineación y el plomo.

Será necesario apuntalar por medio de contravientos a cada 2.00 m máximo, para garantizar el plomo y la alineación, se recomienda la supervisión con plomo y nivel además de la colocación de hilo.

El concreto deberá tener entre un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ a un $f'c = 185 \text{ kg/cm}^2$ y un T.M.A. de 3/4" si es colado a mano y de 3/8" si es precolado bombeado con manguera, el revenimiento deberá ser de un mínimo de 15 cm.



Para lograr continuidad en las cadenas en intersecciones, esquinas y t's:

Al intersectarse las piezas es necesario cortar el "tacón" que se forma en la o las caras de una de las piezas de la cimbra muerta, para permitir el colado integral de manera horizontal, la pieza sobrante deberá ser colocada en la punta del block siguiente para sellar para el colado. La pieza obtenida tendrá el machimbre



que la sujetará a la cimbra superior. Lo anterior funcionará correctamente cuando los muros se desplantan con una modulación precisa.



En intersecciones de muros donde no se moduló para el sistema de cimbra muerta, se tendrán que hacer los cortes pertinentes para permitir el colado continuo tanto vertical como horizontal. Lo anterior no afecta al sistema constructivo porque en resumen se trata de una cimbra perdida.

Cuando se termine un colado parcial deberá dejarse colado hasta la mitad de su altura el último elemento de cimbra, para garantizar el ensamble correcto del siguiente.



Se recomienda que los colados se realicen a una altura máxima de 4 hiladas (1.00 m) para así garantizar la alineación y plomeo del muro, lo anterior es también como medida de precaución ya que la presión del concreto fresco en las paredes de una cimbra es grande, por lo que de esta manera se protege la pieza.



La colocación del acero de refuerzo horizontal deberá realizarse de acuerdo a las especificaciones del proyecto y procurando que no estorbe al paso del concreto durante el colado, recomendándose que los colados parciales sean, si es posible, en cada nivel de refuerzo horizontal.

Para lograr la altura estándar de 2.10 m en puertas y ventanas deberá recortarse 10 cm de la parte inferior del octavo bloque y cimbrar el resto, armando la cadena integral del bloque con 1 Varilla de 3/8", o lo que se especifique en el proyecto.





En los casos donde no se cumpla lo anterior deberán precisarse los lugares de corte y se revisará el refuerzo requerido en el vano. Cuando se tengan claros grandes se deberá revisar estructuralmente cada situación.

Si el sistema de cimbra se va a recubrir con un emplaste que requiera malla metálica de refuerzo del tipo "gallinero" o metal desplegado se deberá dejar preparaciones a base de alambre recocido entre las juntas del sistema de cimbra antes del colado, de manera que éstas queden ahogadas en el concreto y así se garantice la fijación de la malla. Para lo anterior se pueden aprovechar las juntas entre bloques para insertar fácilmente los alambres.

En los huecos de puertas y ventanas, deberán reforzarse los perfiles con malla metálica y recubrir adecuadamente para soportar el pijado de los bastidores. También es recomendable reforzar con mallas en diagonal los vértices para evitar agrietamientos en el recubrimiento.

V.4.1.4. Instalación hidráulica y sanitaria

En el caso de tuberías de diámetro menor o igual a 1½" se podrán conducir a través de las celdas y cadena del block, para así lograr ahogarlas en el concreto.

Es importante que la tubería no interfiera con el acero de refuerzo vertical y horizontal, permitiendo que éste pase libremente.

Cuando se trate de tubería de cobre es necesario aislarla en el contacto con el acero de refuerzo para prevenir la corrosión.

Las tuberías de diámetro de 2" o mayores en el interior de las celdas de la cimbra provocan una discontinuidad en el concreto y acero por lo que se debe considerar que se tiene una junta fría, y se deben tomar las consideraciones pertinentes, para evitar agrietamientos.



Una recomendación, es la de concentrar las tuberías en muros tapón o en muros adosados a los de carga, se recomienda que la solución se dé desde el proyecto arquitectónico.

Otra recomendación es manejar las tuberías de diámetro grande por el exterior del muro, y esto también debe contemplarse en el proyecto arquitectónico. En edificaciones de dos o más niveles, es importante proyectar las instalaciones hidráulicas y sanitarias de manera que no afecten a la estructura de muros.

De la misma forma las tuberías de las instalaciones eléctricas, para la instalación de cajas para centros de carga y registros debe considerarse previamente que su espesor no rebase el del muro y en caso de que así sea tomar las precauciones debidas.



Se recomienda que se coloquen antes del colado del concreto para que queden ahogadas en él y se logra el empotramiento requerido.

La misma recomendación se extiende para las cajas de apagadores y contactos.

Donde se requiera una especial resistencia en el empotramiento debe recortarse la cimbra de tal manera que se tenga un colado de concreto que envuelva a la caja.

Una alternativa en la instalación eléctrica es la de usar cable de uso rudo, evitándose así la tubería. El cable de uso rudo se colocará en una franja recortada de la cimbra después del colado por el lado de la superficie que se requiera. Las recomendaciones para las cajas y registros son las mismas.

V.4.1.6. Recubrimientos

Los recubrimientos tanto interiores como interiores deben tener la propiedad de adherirse al poliestireno del por sí mismos o mediante sujetadores, es importante elegir correctamente el recubrimiento para evitar agrietamientos, enconchamientos, etc.

- Yeso: Se ha observado en la práctica que el aplanado de yeso se adhiere sin ningún problema al poliestireno y dado que éste cuenta con una serie de ranuras en su superficie, se refuerza el anclaje del recubrimiento, el uso de malla sólo se justificaría cuando el recubrimiento esté expuesto a cambios bruscos de temperatura o impactos frecuentes, como en cualquier sistema de muros.



El espesor mínimo recomendable es de ½” de aplanado de yeso, pues se debe considerar que la base del recubrimiento es el poliestireno del block, el cual puede sufrir deformaciones locales. El uso de este recubrimiento estaría restringido a la cara interior o muros interiores de la edificación.



- El mortero: El mortero cemento-arena o cal- arena no tiene una buena adherencia a largo plazo sobre el poliestireno por lo que hay que agregar elementos que permitan una fijación duradera del recubrimiento.

Lo anterior puede lograrse mediante mallas fijas al muro, a través de elementos previamente alojados y anclados en la cimbra, éstos pueden ser alambres, ganchos o clavos. El uso de este recubrimiento se puede usar tanto en muros interiores como exteriores.



- Tableros de yeso: El tablero de yeso puede adherirse mediante algún adhesivo o pegamento de contacto sin solventes, que garantice la unión entre el cartón y el poliestireno. También puede colocarse antes del colado un sistema de anclaje para cintas de lámina modularizadas de acuerdo a las dimensiones del tablero de yeso para posteriormente realizar la fijación a base de pijas.

Como acabado final se sellarán las uniones con el sistema tradicional. El uso de este recubrimiento estaría restringido de acuerdo a las características del tablero de yeso, ya sea para interiores o exteriores.

- Bases Acrílicas (interiores y exteriores): Este sistema tiene una adherencia excelente sobre el poliestireno, y consiste en una base acrílica de cemento reforzada con malla de polipropileno o fibra de vidrio. Se aplica directamente sobre la superficie de la cimbra de acuerdo a las indicaciones del fabricante.



V.4.1.7. Instalación de muebles y accesorios.

- Muebles empotrados: Para este caso entenderemos como mueble empotrado aquél que cuenta con preparaciones para insertarse al muro y quedar fijo a él.

En este caso, casi todos los muebles de empotrar están diseñados para muros de mampostería por lo que su aplicación en otros sistemas se tiene que estudiar para realizar las adaptaciones necesarias.

En el caso de la cimbra de poliestireno expandido es recomendable aislar la zona de empotramiento durante el colado mediante relleno de papel en las celdas y cadenas para posteriormente retirar el poliestireno, colocar el mueble y rellenar con concreto o pasta el punto de empotramiento. Si la carga del mueble es considerable, se deberá revisar si requiere acero de refuerzo adicional en el muro, o bien algún apoyo extra.



- Muebles fijados: Para este caso entenderemos como mueble fijado el que se soporte a través de pijas o taquetes sobre el muro. El muro de cimbra de poliestireno expandido es una parrilla de concreto donde existen secciones de muro con poliestireno de lado a lado y es posible que una pija o un taquete quede sin fijación segura.

Para esta situación es necesario buscar los lugares donde se tenga concreto, esto es verticalmente a cada 25 cm se tiene la cadena de la cimbra con un espesor de 10 cm y horizontalmente a cada 12.5 cm se tiene una columna de 8.5 cm por lo que no variaría significativamente la localización de los puntos de apoyo.

En el caso de cuadros y objetos de peso menor bastaría con el espesor del recubrimiento para fijar un clavo o pija y sostener el elemento.

- Modificaciones o ampliaciones: Se podrán efectuar de la misma manera que si se trabaja con el sistema tradicional, al manejar el sistema de cimbra de poliestireno expandido se debe considerar que se maneja un muro de concreto y al efectuar alguna demolición se deberá trazar y cortar con disco el área a demoler; de no ser así, se afectara la integridad del muro.

V.3.1.8. Cantidades de obra por m², almacenaje y manejo en obra.

Anexo 1.3.2



V.3.1.9. Ventajas y desventajas

Ventajas

Podemos mencionar las siguientes ventajas generales del sistema de cimbra muerta con base en poliestireno expandido (según el fabricante):

- ✓ Aislamiento térmico integrado
- ✓ Consistencia dimensional de las piezas
- ✓ Proceso constructivo sencillo
- ✓ Menores desperdicios
- ✓ Ahorro energético
- ✓ Compatibilidad con otros sistemas
- ✓ Aislamiento acústico

Desventajas

Algunas de las desventajas encontradas en el funcionamiento de este sistema encontramos las siguientes:

- × El costo constructivo es mucho más alto que en el sistema tradicional.
- × Requiere de asesoramiento en cuanto a su construcción se refiere
- × Este tipo de sistemas no se encuentra disponible en el país y tiene que ser exportado de otros países
- × Este sistema se tiene que adaptar con otros sistemas para poder soportar losas, debido a que no cuenta con los requerimientos estructurales para poder soportarlas.
- × En cuanto a su diseño estructural, este sistema tiene la desventaja de que las secciones de la cimbra son de dimensiones chicas, ocasionando problemas en el colado de los muros, puesto que se tienen que rellenar los huecos y también presenta problemas estructurales.
- × De las desventajas más importantes en cuanto al tiempo se refiere, encontramos que este sistema tiene que ser colado por hiladas de 1.00 m lo cual refleja pérdidas de tiempo y al mismo tiempo hace ver la poca resistencia del poliestireno al no soportar la carga del concreto cuando se excede la altura de colado.

FABRICANTES: Fanosa y Arxx



CAPITULO SEXTO

COLADO MONOLÍTICO

VI.1. Introducción

El diseñador o el equipo de una cimbra debe trabajar sistemáticamente a través de una serie de etapas lógicas para lograr que el sistema de cimbrado, como conjunto, sea adecuado. Como término "sistema" se describe el conjunto completo: apoyos, subestructura (denominada por lo general cuerpo de la cimbra) y revestimiento o cara de contacto, que constituye propiamente la cimbra. El sistema de cimbrado implica un conjunto de elementos perfectamente compatibles entre sí que, al ser ensamblados, deben reunir los siguientes requisitos:

- Soportar y moldear el concreto en estado plástico.
- Contener toda la mezcla sin que haya escurrimientos o distorsiones causadas por las presiones del concreto, las cargas de construcción y las fuerzas externas.
- Proporcionar el número de usos que se pretende, conservando al mismo tiempo el estándar satisfactorio de exactitud y el acabado final.
- Separarse del concreto sin dañarse o causarle daño al concreto recién colado.
- Tomar la geometría y el perfil requerido con un mínimo de mano de obra posteriores al colado para lograr el acabado final especificado.
- Ofrecer la posibilidad de ser trabajado y manejado con el equipo y la mano de obra disponible.
- Cuando sea fabricado en la obra, su ejecución debe estar dentro de la capacidad de los trabajadores empleados.

La parte principal de este tipo de sistema de construcción esta basado en el comportamiento del concreto, este es el material más importante y usado en la construcción de todo tipo de obra, este ofrece la oportunidad de cambiar sus propiedades, de ahí la importancia del manejo de este material.

Un estudio preciso de concreto nos permitirá evitar errores durante su elaboración y manejo, por ejemplo, que la calidad del concreto se puede ver afectada durante el proceso de fabricación ya sea en el mezclado, colocación, curado, transportación, etc.

El concreto es una mezcla de varios materiales: cemento, agua, agregados finos (arena) y gruesos (grava). A la arena y a la grava se les denomina agregados inertes y son utilizados en la mezcla para disminuir la cantidad de cemento y, de esta manera obtener un producto más económico.

Al agua y al cemento se les denomina agregados activos, ya que al unirse provocan una reacción química que produce el fraguado, el cual no es más que un proceso de endurecimiento de la mezcla hasta llegar a la solidez. Las características más importantes del concreto es la alta capacidad a la compresión, pero no a la tensión. Sin embargo, esta deficiencia se corrige con la introducción de un material que absorbe las tensiones, como el acero de refuerzo, cuya combinación produce material óptimo para la construcción de elementos estructurales llamados concreto reforzado.



- Agregados activos

El cemento se define como un material de propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan capacidad de aglutinar otros materiales para formar una mezcla sólida y compacta.

La mezcla de materiales calcáreos y arcillosos, así como otros que contengan sílice, aluminio y óxidos de fierro, dan como resultado el cemento. El proceso de fabricación consiste en moler finamente la materia prima, mezclarla en ciertas proporciones y calcinarla en un horno rotatorio de gran dimensión, a una temperatura de 1400 ° C, donde el material se sintetiza y se funde parcialmente formando esferas conocidas como *clinker*, que cuando se enfría el material, se trituran hasta lograr un polvo fino al que se le añade un poco de yeso para obtenerse, como producto final, el cemento Portland, el cual, en la actualidad, es usado en todo el mundo. Cabe aclarar que también existen otros tipos de cemento naturales y los cementos de alta alúmina.

La definición del cemento Portland, según la Norma Oficial Mexicana dice que es un conglomerante hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, a un grado de finura determinado al cual se le añaden sulfato de calcio natural o agua y sulfato de calcio natural. El cemento Portland puzolana, además tiene puzolana que le imparte un calor de hidratación moderado. La cantidad de puzolana constituirá de 15 a 40% del peso del producto. A opción del productor pueden utilizarse coadyuvantes de molienda que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto, para impartir determinadas propiedades al cemento (NOM-C-1 y NOM-C-2).

Los diferentes tipos de cemento de acuerdo con sus características y propósitos específicos:

Diferentes tipos de concreto

Tipo	Características
1	Todo propósito
2	Resistentes a sulfatos
3	Resistencia rápida
4	Bajo calor de hidratación
5	Resistencia a la acción de sulfatos pesados

a) Cemento tipo 1 (para todos los propósitos)

Sus características permiten un uso variado dentro de la construcción donde no se requieren propiedades especiales, cuando los elementos estructurales no requieren protección al estar expuestos a la acción de sulfatos.

b) Cemento tipo 2 (Resistente a los sulfatos)

Sus características permiten la protección de estructuras expuestas a cantidades no muy importantes de sulfatos.

c) Cemento tipo 3 (De resistencia rápida)

Sus características permiten al concreto alcanzar la resistencia en poco tiempo, permitiendo optimizar tiempos de construcción.



d) Cemento tipo 4 (De baja temperatura de hidratación)

Este tipo de cemento se usa principalmente en estructuras masivas, tales como presas, donde las temperaturas que se desarrollan durante el fraguado pueden dañarlas.

e) Cemento tipo 5 (De alta resistencia a los sulfatos)

Sus principales características le permiten una alta resistencia a las estructuras expuestas a la acción de los sulfatos

• Agregados inertes

Los agregados inertes finos y gruesos son de tipo mineral y ocupan aproximadamente 70% del volumen total de la mezcla de concreto. Con ello se requiere una cantidad menor de cemento, lo que representa un ahorro económico considerable, por ello el conocer las características y calidad de estos materiales es muy importante.

Algunas características que aportan estos agregados al concreto es que le da una mayor estabilidad volumétrica y durabilidad. El tamaño de los agregados varía y su distribución es llamada granulometría. Para la fabricación de un concreto de buena calidad los agregados a incluir estarán entre dos rangos de tamaño, en el caso del agregado fino (arena) el rango no debe ser mayor de 5 mm y el caso del agregado grueso (grava), mayor de 5 mm.

Además de agregados naturales también encontramos productos industriales que, en términos generales pueden ser más ligeros o más pesados.

a) Grava (agregado grueso)

La grava se compone de guijarros de diversos tamaños que suelen encontrarse en depósitos. Proviene de rocas duras, por lo que sus propiedades dependen de la roca original. La grava se encuentra en abundancia en México y, de acuerdo con las necesidades de empleo, este material se puede requerir en diferentes dimensiones que varían de 1, 2 y hasta 5 cm.

b) Arena (agregado fino)

Una característica importante en este tipo de agregado es que debe provenir de rocas disgregadas por el tiempo y del intemperismo, porque el contener residuos de tierra esto afecta su trabajo en la fabricación del concreto.

Por sus características la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de sus agregados, aunque es difícil conocer cuál es la resistencia de las partículas individuales. Las propiedades de los agregados influyen hasta cierto punto en la resistencia del concreto. La adherencia entre la pasta de cemento y los agregados es un factor importante para la resistencia del concreto, especialmente la resistencia a flexión. La adherencia se debe, en parte, a que el agregado y la pasta se entrelazan debido a la aspereza de la superficie del agregado.

Otro aspecto importante en los agregados es su almacenamiento, es decir, se deberá mantener estable su humedad, ya que esta es una de las causas de la pérdida de control de la consistencia del concreto, medida a partir del revenimiento.



- Mezclas

La mezcla tiene como objetivo recubrir todas las partículas de agregado con la pasta de cemento y combinar todos los componentes del concreto hasta lograr una masa uniforme. La eficiencia de la operación de mezclado radica en los detalles de diseño de la mezcladora o traspaleado, pero la acción de descarga es siempre buena cuando todo el concreto puede volcarse con rapidez, como una masa y sin segregación.

Existen diferentes técnicas por medio de las cuales se obtienen mejores resultados como es el caso del concreto premezclado, el cual es preparado en planta y trasladado por medio de camiones (revolvedoras), listo para colocarse. Otro medio por el cual se obtienen mejores resultados al colocar el concreto es la compactación, la cual consiste en eliminar el aire atrapado dentro del concreto, para esto existen diversas técnicas pero el sistema más moderno es el denominado vibrado, para el cual se requiere una herramienta llamada vibrador, con el vibrador es posible hacer mezclas más secas que las que se compactan a mano.

El diseño de mezclas se resuelve en el proporcionamiento de los ingredientes, incluida el agua, para obtener la resistencia requerida. Las proporciones de una mezcla de concreto se estipulan por peso o por volumen; por ejemplo, una mezcla de 1:2:3 1/2, significa una parte de cemento, dos partes de arena y tres y media partes de grava.

La resistencia de un concreto de determinada edad que haya sido curado depende fundamentalmente de dos factores, la relación agua-cemento y el grado de compactación.

La relación agua-cemento (a/c) determina la porosidad de la pasta de cemento endurecida en cualquiera de sus etapas de hidratación, por lo que la relación a/c, así como el grado de compactación afecta el volumen de cavidades del concreto.

VI.2 Proceso de diseño

Se debe tomar en cuenta la estética, diseño estructural, costos y presupuestos, así como con diversos especialistas en los aspectos de construcción, a los que se debe consultar sobre el desarrollo del proyecto.

El diseño debe respetar los criterios que rigen el funcionamiento de la estructura ya terminada, al igual que cumplir con los requerimientos prácticos esenciales, estipulados por los responsables de los rendimientos y estándares durante la construcción.

Asimismo se debe estudiar la capacidad de la planta, de las grúas, de izamiento y de logística del abastecimiento de materiales.

VI.3 Tipos de cimbras

Los diferentes tipos de cimbras son los siguientes:

- Cimbras para concreto aparente
- Cimbra especiales
- Cimbras rodantes
- Cimbras deslizantes
- Cimbra de aluminio
- Cimbra de marco metálico y cara de contacto de triplay



VI.4 Sistemas de colado

Cada una de las cimbras mencionadas tienen un fin diferente que lo determina el proyecto, es así que en el Anexo 1.4.1, se describe en forma general cada una de ellas.

VI.5 Sistemas de colado monolítico

Consiste en un cimbrado o encofrado integral, de todos los elementos estructurales de una vivienda; castillos, trabes, cerramientos y losa, formando un conjunto monolítico que puede ser colado o vaciado en un solo evento, en un sólo día.

Los moldes o paneles están conformados principalmente por sistemas de paneles metálicos, así como de un conjunto de accesorios de sujeción, apuntalamiento y alineación, que encofran el 100 % de cualquier proyecto. El diseño de este tipo de cimbras permite armar, vaciar y desarmar en un periodo aproximadamente de 24 horas, siendo un sistema constructivo a nivel internacional que produce una casa completa incluyendo muros, losa, escaleras, molduras, etc.

VI.5.1 Proceso

El proceso de colado monolítico requiere de una preparación cuidadosa de cada una de sus partes, lo cual nos lleva a una construcción masiva de viviendas.

VI.5.1.1 Cimentación

Acorde a los estudios de mecánica de suelos del lugar y después de dar el tratamiento apropiado al terreno natural, se recomienda construir la casa, sobre una plataforma, elevada y compactada de acuerdo al tipo de construcción deseada. Dado que se trata de casas en serie se recomienda extender y nivelar el material de base con motoconformadora y compactarlo con rodillo o plancha.

El espesor de la capa material compactada puede ser variable. Esta capa se recomienda debe tener un mínimo de compactación 95 % grado proctor. El espesor de la capa de material compactada depende de los resultados del cálculo estructural de cimentación.

a) Plantilla

El molde incluye entre sus accesorios un patrón denominado "Plantilla de replanteo" que sirve para trazar en la plataforma los contornos de todos los muros que constituyen la vivienda. Este trazo es la guía para la excavación necesaria para la cimentación. La plantilla también se usa para determinar la ubicación y colocación sobre la losa de cimentación, de las " U de tope " que serán la guía para colocar los tableros del molde

b) Cimbrado y refuerzo

Dentro del proceso una parte muy importante es la cimbra de cimentación, que sirve como frontera para el colado de la losa de concreto. Dentro de los refuerzos de acero que soportarán los muros y la malla que reforzará la losa son los principales componentes que deberán ser colocados al inicio del proceso. El colado de la losa de cimentación se hace con concreto a tiro directo. El manejo del mismo se hace bajo procedimientos estándar. También dentro de este proceso se inicia la colocación de las instalaciones hidrosanitarias ya preparadas.



VI.5.1.2 Habilitado de muros

El armado y la malla electrosoldada, se habilitan para ser colocados en el interior de los moldes, además de las "U" de tope que servirán de guía en la colocación inmediata del molde para muros. Se incluyen los tubos para las instalaciones eléctricas, agua, drenaje, gas, teléfono, TV., etc.

El buen amarre de las cajas eléctricas es importante, dado que en el proceso del colado pueden desplazarse quedando desalineadas, las cajas deben ser rellenas para evitar la penetración de concreto en el colado.



VI.5.1.3 Armado del molde

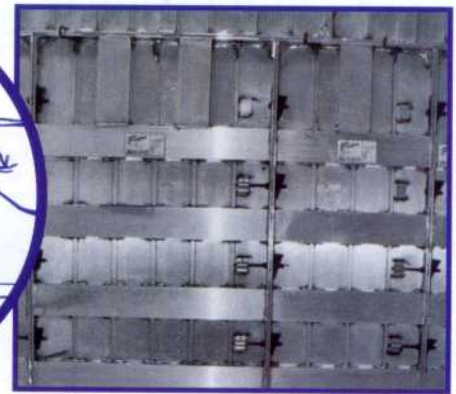
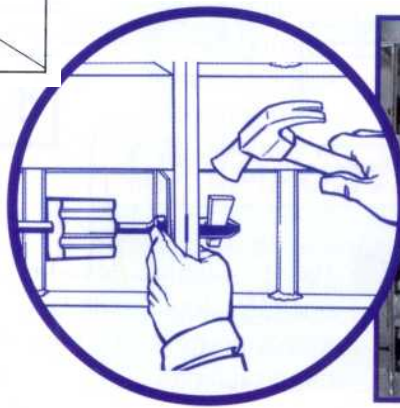
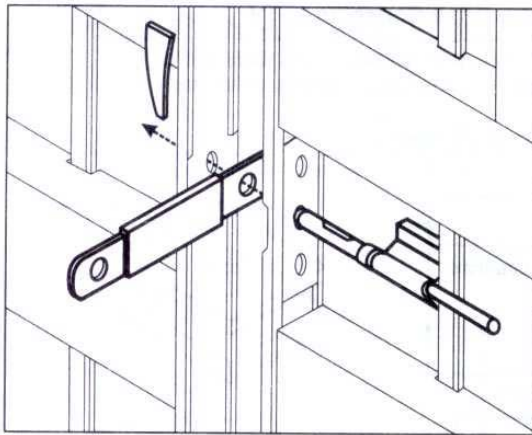
Previo al armado del molde, se debe contar con algunos días de anticipación con la losa de cimentación con disparos de instalaciones y acero (castillos y barbas) ahogados. El día previo al armado se habilitará el acero (malla y castillos armados) y las instalaciones (eléctricas, hidráulicas y sanitarias) de los muros.

Sobre la losa de cimentación se deberá marcar el trazo de la cara exterior de la cimbra, es decir a 5.5 cm. del paño de cada muro. El armado comienza invariablemente por los muros interiores, partiendo de la esquina de muro y comenzando a ensamblar los paneles.





El ensamble de los paneles se hace con los pasadores, sea sueltos (cortos) o flecha (adheridos a los paneles), asegurándolos martillando una cuña.



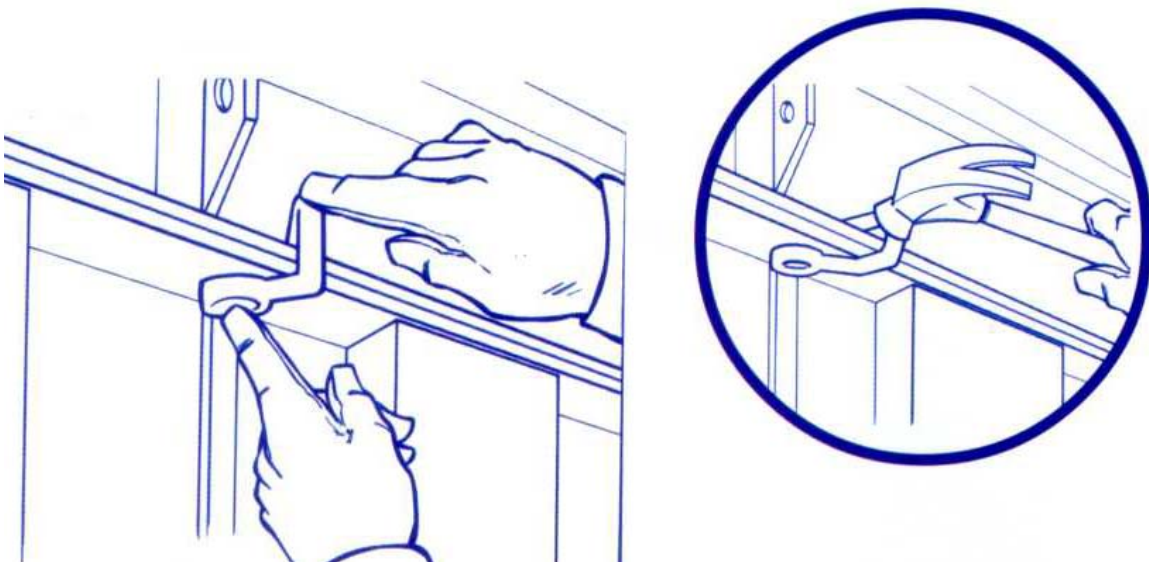
Los muros se cierran en su extremo (ventanas, puertas y mochetas) con tapa – muros, que se fijan con pasadores y cuñas. Estas piezas sirven también para cimbrar los vanos de las ventanas.



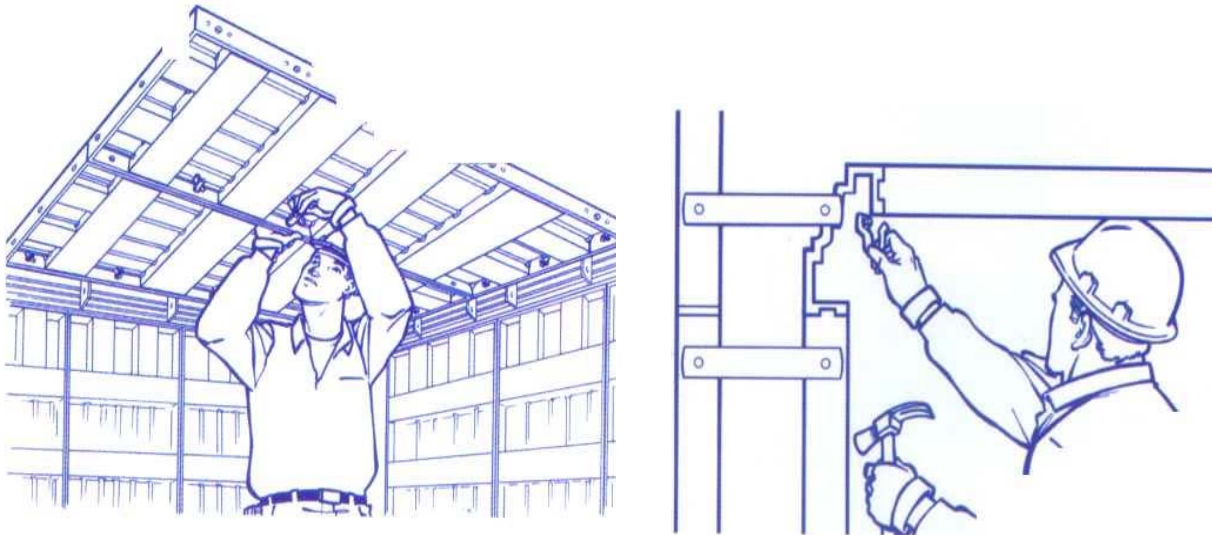
En los vanos de ventanas se deben colocar gatos (incluidos en el sistema), y en el caso de vanos de puertas o ventanas de piso a techo, se colocarán tanto arriba como abajo. Los gatos permiten asegurar la correcta dimensión del vano, así como evitar que la presión del concreto 'bote' las tapas.



Conforme se avanza sobre los muros, se puede ir armando la losa. Para ello se deben colocar primero los esquineros (unión muro – losa), que se fijan a los paneles de muro con pasador grapa.



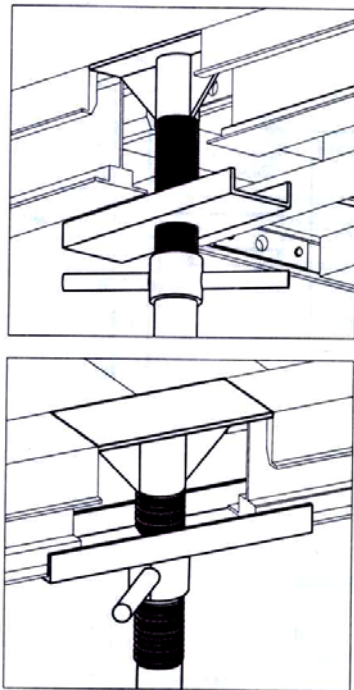
Los paneles de losa se unen a los esquineros también con pasador grapa, y entre sí con pasadores cortos y cuña.



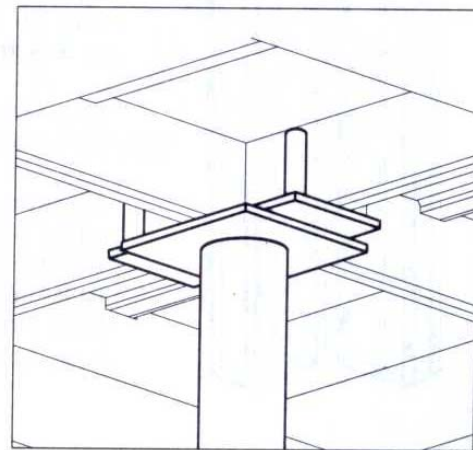
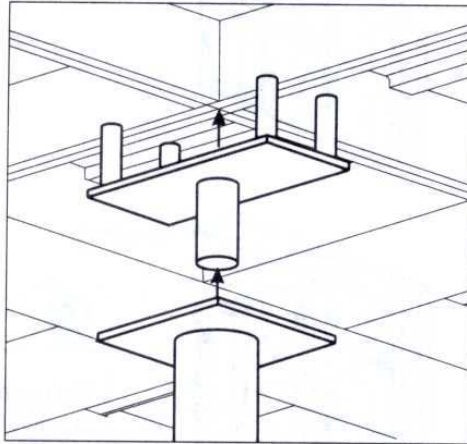
Donde el proyecto así lo indique, se colocará una viga en "I", que se une a los paneles de losa mediante pasadores grapa.



Entre los tramos de viga se colocará un puntal nivelador, que permite descimbrar dejando apuntalada la losa, así como ajustar ésta cuando se verifiquen niveles previamente al colado.



En la unión de cuatro paneles de losa se deberá colocar un puntal adicional (no incluidos en el sistema), asegurándolo en su parte superior con una base para gatos.



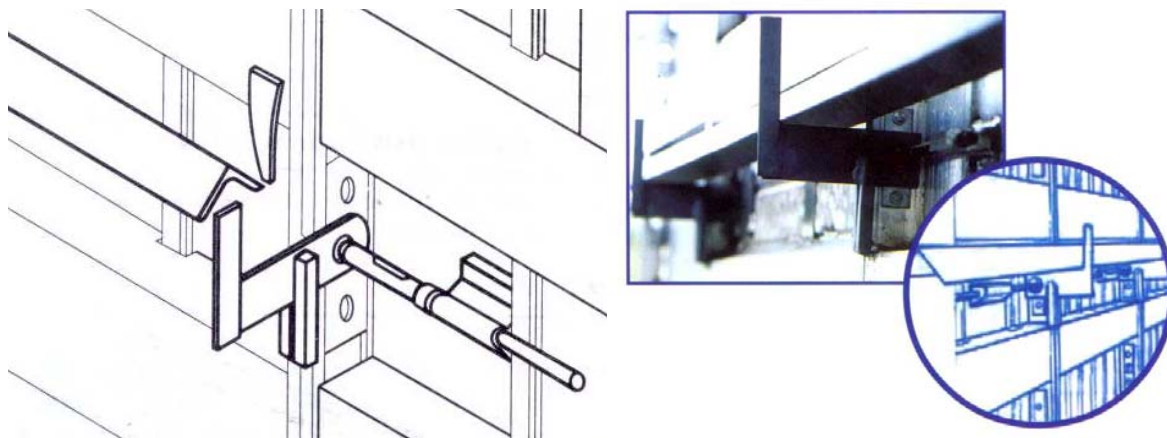
Invariablemente, siempre que se coloque un pasador de muro, se colocará también la corbata (separador que asegura el espesor del elemento) que se insertará en el panel que cierre al muro en el lado opuesto.

A la corbata se le deberá colocar una funda de polietileno espumoso que evitará que la corbata quede atrapada en el concreto. Las fundas son un consumible del sistema, se fabrican cortando del rollo de polietileno espumoso recuadros de 10x10 cm. y cerrándolos con grapas o bien a calor (por ejemplo con una vela).



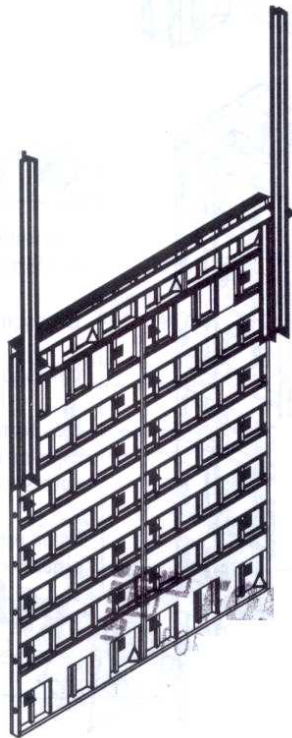
Una vez armado el molde en su totalidad en lo que se refiere a muros interiores y losa, se procede a cerrar por fuera. A los paneles de muro exteriores se les coloca el complemento de altura (caps) con pasador grapa.

El proceso de cierre se puede hacer paralelamente a la colocación de acero y tendido de instalaciones en la losa, sea ésta de entrepiso o azotea.

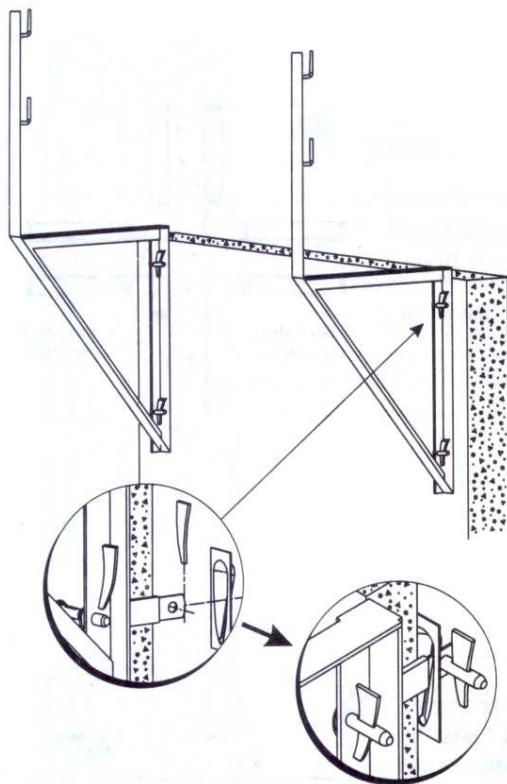


Conforme se cierra el muro, se colocan en dos líneas los porta alineadores, en los que descansarán posteriormente tramos de ángulo de acero (no incluidos en el sistema).

En los dos huecos superiores de la cara exterior, se colocan también los andamios de seguridad, que sirven para facilitar y hacer más seguros los procesos de habilitado de losa y colado. Se deben colocar ángulos, tubulares o tablonés en los ganchos de los andamios.



Para el armado de cimbra de planta alta, se deberán colocar andamios que permiten tanto el cerrado de los muros por fuera, como el transporte de los paneles de una vivienda a otra sin necesidad de bajarlos y volverlos a subir.





VI.5.1.4 Descimbrado

El sistema permite el descimbrado, cimbrado y colado en el mismo día, por lo que las viviendas que se colaron en la tarde se comienzan a descimbrar a primera hora de la mañana siguiente.

De manera análoga al armado, se comienza a desarmar por los muros interiores, posteriormente los exteriores y finalmente los esquineros, la losa y los complementos exteriores (caps).



Para aflojar los pernos, se puede golpear la cabeza de éstos, la punta, o bien la cuña, nunca se deberán golpear los paneles o pieza alguna de aluminio. Las corbatas deberán extraerse con la herramienta específica para ello (saca – corbatas), que funciona como un martinete.



Para extraer los paneles existe también una herramienta específica (saca – paneles), debiendo ser usada como se indica.

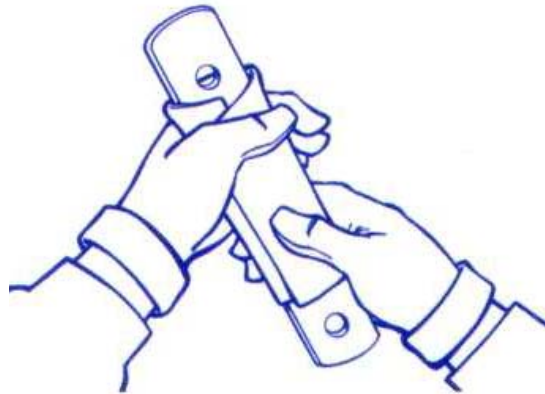


VI.5.1.5 Mantenimiento

Previo a la colocación de la cimbra, se deberá colocar desmoldante en toda la superficie de contacto de cada una de las piezas. Se recomienda que éste sea base agua, dado que los base solvente pueden dejar una superficie inadecuada para recibir directamente el acabado. De acuerdo con la consistencia del desmoldante seleccionado, se puede aplicar con estopa o con rodillo de pintura.



La colocación de las fundas en todas las corbatas es imprescindible, dado que de otra manera pueden quedar atrapadas en el concreto teniendo que cortar las piezas y consecuentemente perdiéndolas, con el costo que ello implica.

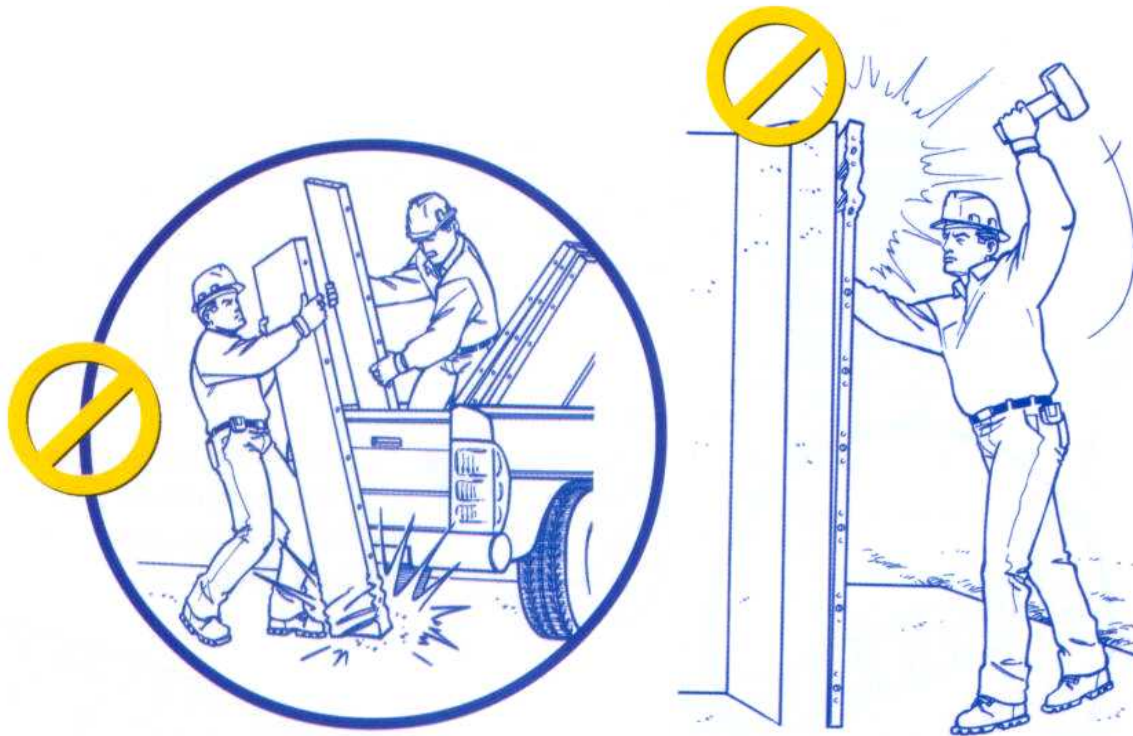


Una vez armado el molde, se deberá rociar en la cara exterior (bastidor) con Diesel, lo cual colabora a que el concreto que llegue a escurrir sobre su superficie no se adhiera a ella. Ello puede hacerse con un aspersor de los comúnmente usados para fumigación.

Durante el colado, es de medular importancia retirar del exterior de la cimbra todo residuo de concreto que escurra mientras aún esté fresco, ello se hará con una lavadora de presión de 120 lb como mínimo. Para ello es importante resolver la logística de surtimiento de agua a la obra.



Al momento de descimbrar, cimbrar y transportar la cimbra, se debe supervisar estrictamente que los paneles o cualquier otra pieza no se golpeen ni con la herramienta ni con la superficie, ya que las posibles deformaciones disminuirán considerablemente la vida útil del equipo.



Después de descimbrar, se debe limpiar minuciosamente de la cimbra todo residuo de concreto antes de armar el siguiente molde. Para ello podrán usarse fibras metálicas, cepillos de alambre o espátulas.



Es indispensable emplear un día completo cada dos semanas exclusivamente para la limpieza de todas las piezas de la cimbra.

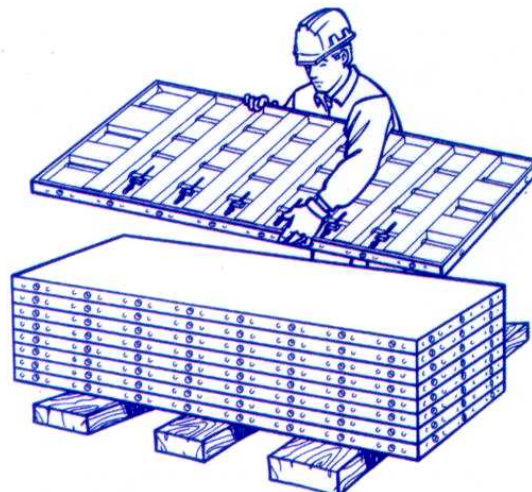
Nunca deben usarse los paneles como rampas ni como escaleras.



Se debe tener un estricto control de los accesorios pequeños, almacenándolos de manera clasificada en cubetas de 19 litros. Ello debido, además de la limpieza y el orden que deben imperar en toda obra, a la facilidad con que pueden extraviarse piezas pequeñas (pasadores, cuñas, corbatas, etc.)



Correcto estibado de los paneles





VI.5.1.6 Ciclo de trabajo

Una de los principales valores agregados del sistema es la posibilidad de colar diariamente tantas viviendas como comprenda el molde adquirido.

El ciclo debe comenzar temprano por la mañana (7:00 u 8:00 h), de manera que se pueda descimbrar y armar el molde siguiente finalizando entre 13:00 y 14:00 h.

Posteriormente se termina de habilitar la losa, tanto el acero de refuerzo como las instalaciones. Es importante mencionar que no es necesario esperar a que el molde esté completamente armado para iniciar este proceso, basta con que los muros interiores y la losa estén ya colocados.

Una vez armado el molde por dentro y por fuera, y habilitada la losa (entrepiso o azotea), se puede proceder al colado. Éste deberá comenzar entre las 13:00 y las 15:00 h, sugiriendo como hora máxima las 18:00 h, evitando colar de noche para minimizar la posibilidad de errores, además de que se debe permitir el mayor tiempo posible al fraguado del concreto.

Al día siguiente, se inicia nuevamente el ciclo con el descimbrado a primera hora. Una vez establecido el ciclo, se pueden lograr cinco o hasta seis colados semanales.

VI.6 Infraestructura requerida

Anexo 1.4.3.

VI.7 Recomendaciones Generales

Anexo 1.4.4.

VI.8 Ventajas y desventajas

Las desventajas del sistema tradicional con respecto al colado monolítico de acuerdo con el fabricante son las siguientes:

1. Los costos finales, con frecuencia son distintos y mayores a los presupuestados.
2. La dependencia de mano de obra calificada, su alto costo así como la escasez de ésta.
3. Variabilidad de la calidad de los materiales tradicionales y dificultad en el control.
4. La inestabilidad de los precios de los materiales y riesgos de desabasto.
5. La dificultad de oferta de financiamiento de proveedores.
6. El alto volumen de desperdicio de materiales.
7. Los intervalos de suspensión.
8. Los prolongados tiempos de ejecución.
9. La compleja infraestructura administrativa de supervisión y control de la obra.



Ventajas

Las ventajas del colado monolítico de acuerdo con el fabricante son las siguientes:

10. El mismo equipo puede usarse cientos de veces para construir módulos iguales.
11. Menor número de procesos para construir una vivienda.
12. La utilización de concreto y acero que asegura costos estables y disponibles en cualquier cantidad y lugar.
13. Apalancamiento con proveedores con capacidad de financiamiento.
14. Menor desperdicio de materiales y horas hombre.
15. Presupuestos que coinciden con la operación real.
16. Ejecución ininterrumpida y rápida. Tan rápida que una casa en obra negra se puede construir en siete días.
17. Facilidad y sencillez para administración, supervisión y control de los recursos humanos y materiales.
18. Un producto final de alta calidad constante que no sólo redunda en la economía del producto, sino en el bienestar y conveniencia de los compradores.
19. Equipo que no requiere para su manejo de ningún tipo de maquinaria, su mantenimiento es económico.
20. Disminución y simplificación de las operaciones.
21. La superficie terminada puede recibir directamente al acabado.

Desventajas

Dentro de este estudio se encontraron algunas desventajas como son:

- × Capacitación de trabajadores.
- × Herramienta y accesorios especializados
- × Dificultad de maniobrabilidad de paneles
- × Mayor supervisión para asegurar la buena ejecución del proceso
- × Supervisar mantenimiento de paneles (para asegurar el número de usos)
- × Control de calidad de materiales (concreto)
- × Tiempos de ejecución limitados

Fabricantes: Cimbramex, MECCANO y Forsa.



CAPITULO SEPTIMO

ANÁLISIS DE COSTOS

VII.1. Introducción

La vivienda es un bien duradero de carácter importante para el buen desarrollo de la población, ya que representa el patrimonio económico básico de la familia, y es el espacio físico en donde los hogares establecen las condiciones para su inserción en la sociedad.

En este entorno la vivienda de interés social es una prioridad en un país como México en el que la mayor concentración de la población demanda una vivienda de estas características por el poco poder económico con el que cuenta. Esto repercute en la necesidad de construir viviendas a bajos costos.

Se debe considerar nuevos sistemas constructivos para la edificación de la vivienda de interés social, así como procedimientos industrializados que nos pueden ayudar a reducir los tiempos de ejecución y abatir costos de construcción, sin que esto signifique reducir la calidad de la vivienda.

Derivado de lo anterior da como resultado la necesidad de industrializar el proceso constructivo en la vivienda de interés social, ya que no solo se reflejaría en un mayor número de viviendas, sino implícitamente el mejor aprovechamiento de los recursos que repercute en la disminución de los costos.

Con frecuencia el capital es limitado, por lo que la decisión de invertirlo indudablemente cambiara el futuro. Las decisiones que se toman generalmente son el resultado de elegir una alternativa sobre otra.

Las decisiones tienen que ver con el capital, basadas en esfuerzos de análisis, síntesis y diseño. Estos factores que se toman en cuenta en la toma de decisiones constituyen una combinación de factores económicos como no económicos.

Las decisiones que se toman son el resultado de un análisis, para poder elegir una alternativa de otra. Fundamentalmente la toma de decisiones es estimar y evaluar los resultados, cuando existan alternativas disponibles.



VII.2. Cantidades de obra.

VII.2.1. Sistema tradicional.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad
Muros			
1	Muro-1	m ²	106.68
2	Muro-2	ml	50.94
Acero losa de cimentación			
3	Armex 20X30-4	m	58.46
4	Varilla No. 3	Kg.	59.14
5	Malla electrosoldada 6X6-6/6	m ²	51.85
Acero losa de azotea			
6	Armex 12X25-4	m	51.42
7	Armex 12X20-4	m	15.18
8	Varilla No. 2.5	Kg.	8.28
9	Varilla No. 3	Kg.	8.28
Acero de castillos			
10	Armex 12X12-4	m	63.40
11	Varilla No. 2.5	Kg.	1.61
12	Varilla No. 3	Kg.	8.20
Concreto cerramientos, castillos, dalas y trabes			
13	Concreto (CR, T, D, R Y AJ) f'c=200 kg/cm ²	m ³	0.92
14	Concreto (CR, T, D, R Y AJ) f'c=150 kg/cm ²	m ³	0.90
15	Concreto (Castillos) f'c=200 kg/cm ²	m ³	0.30
Losa de cimentación			
16	Concreto LCIM Y CP1, f'c= 200 kg/cm ²	m ³	8.09
17	Concreto LPAT, f'c= 150 kg/cm ²	m ³	0.43
Losa de azotea			
18	Vigueta (1 Y 3) Tipo 1	m	37.94
19	Vigueta (2) Tipo 2	m	27.30
20	Vigueta (4 Y 5) Tipo 3	m	9.32
21	Bovedilla 60x13x120	pza.	66.00
22	Concreto Losa de azotea, f'c=200 kg/cm ²	m ³	2.97

**VII.2.2. Cimbra muerta (Poliestireno expandido).**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Acero de refuerzo #2, castillos	Kg.	1.61
2	Armex 12x12-4	m	66.57
3	Total de muro de poliestireno expandido	pza	380.86
4	Total de concreto en muro	m ³	106.68
5	Acero de refuerzo horizontal en muro #3	Kg.	142.63
6	Acero de refuerzo vertical en muro #3	Kg.	190.85
7	Acero de refuerzo en trabes y cerramientos #2	Kg.	8.28
8	Acero de refuerzo en trabes y cerramientos #3	Kg.	6.14
9	Armex 12x20-4, en trabes y cerramientos	m	10.36
10	Armex 12x25-4, en trabes y cerramientos	m	46.97
11	Vigueta (1 Y 3), tipo 1	m	74.56
12	Vigueta (2), tipo 2	m	27.30
13	Vigueta (4 Y 5), tipo 3	m	9.32
14	Bovedilla 60x13x120	pza	66.00
15	Concreto losa de azotea, f'c=200 kg/cm ²	m ³	2.97
16	Concreto (CR, T, D, R Y AJ) f'c=200 kg/cm ²	m ³	0.92
17	Concreto (CR, T, D, R Y AJ) f'c=150 kg/cm ²	m ³	0.90
18	Alambre recocido	Kg.	2.14

VII.2.3. Colado monolítico.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Varilla de anclaje cimentación-muros (Varilla #3)	kg	40.52
2	Colocación de varilla de anclaje cimentación-muros		
3	Colocación de concreto en muros		
4	Concreto en muros F'c=200 kg/cm ³	m ³	10.67
6	Malla electrosoldada en muros	m ²	106.68
7	Colocación de malla electrosoldada en muros		
8	Bastones de anclaje muro-losa (Varilla #3)	kg	81.82
9	Colocación de bastones de anclaje muro-losa (Var #3)		
10	Bastones de refuerzo losa de azotea (Varilla #3)	kg	20.89
11	(colocación de bastones de refuerzo losa de az (Var #3)		



12	Malla electrosoldada en losa (6x6-6/6)	kg	73.67
13	Colocación de malla electrosoldada en losa		
14	Malla electrosoldada en losa (6x6-10/10)	kg	19.10
15	Colocación de malla electrosoldada en losa		
16	Acero de castillos (Varilla #3)	kg	111.84
17	Colocación de acero de castillos (var #3)		
18	Acero de castillos (Varilla #2)	kg	150.51
19	Colocación de acero de castillos (var #2)		
20	Acero de cerramientos y trabes (varilla #3)	kg	8.08
21	Colocación de acero de cerramientos y trabes (var #3)		
22	Acero de cerramientos y trabes (varilla #4)	kg	22.23
23	Colocación de acero de cerramientos y trabes (var #4)		
24	Acero de estribos y varilla de refuerzo (Acero de #2)	kg	4.92
25	Colocación de acero de estribos y varilla de refuerzo (acero #2)		
26	Acero de estribos y varilla de refuerzo (Acero de #3)	kg	16.70
27	Colocación de acero de estribos y varilla de refuerzo (acero #3)		
28	Concreto de cerramientos y trabes	m ³	1.74
29	Colocación de concreto de cerramientos y trabes		
30	Concreto de castillos	m ³	0.30
31	Colocación de concreto de castillos		
32	Concreto de losa	m ³	6.75
33	Colocación de concreto de losa		
34	Cimbra para muro	m ²	106.68
35	Cimbra para losa	m ²	51.93

Nota: Los rendimientos, análisis de precios unitario y explosión de insumos se encuentran en el Anexo 1.5.



VII.3. Catálogos de precios unitarios.

VII.3.1. Cimentación.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
	Preliminares				
CIM-001	Trazo y nivelación por medios manuales de terreno, plano para desplante de estructuras, estableciendo ejes auxiliares, pasos y referencias, el precio incluye: Materiales, mano de obra, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m ²	62.89	\$2.97	\$186.78
	Cimentación				
CIM-002	Armex 20x30-4	m	58.46	\$5.50	\$321.53
CIM-003	Colocación de armex 20x30-4	m	58.46	\$7.76	\$453.65
CIM-004	Acero de refuerzo No. 3	Kg.	7.26	\$6.50	\$47.19
CIM-005	Colocación de acero de refuerzo No. 3	Kg.	7.26	\$20.27	\$147.19
CIM-006	Malla electrosoldada 6X6-6/6	m ²	57.55	\$17.10	\$984.11
CIM-007	Colocación de malla electrosoldada 6x6-6/6	m ²	57.55	\$13.79	\$793.41
CIM-008	Concreto losa de cimentación y cerramiento perimetral-1, f'c=200 kg/cm2	m ³	5.76	\$868.46	\$4,997.99
CIM-009	Colocación de concreto	m ³	5.76	\$258.50	\$1,488.94
CIM-010	Concreto de losa de patio, f'c=150 kg/cm2	m ³	0.43	\$772.13	\$332.02
CIM-011	Colocación de concreto	m ³	0.43	\$258.50	\$111.15
CIM-012	Plantilla de poliestireno expandido	m ³	57.55	\$5.50	\$316.53
Costo total de preliminares y cimentación					\$10,180.49

**VII.3.2. Sistema tradicional.**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cimentación					
1	Cimentación	Módulo	1.00	\$10,180.49	\$10,180.49
Total cimentación					\$10,180.49
Materiales					
1	Impermeabilización para desplante de muro block de 20 cm de altura a base de 2 capas de emulsión asfáltica y 1 capa de membrana. Incluye: materiales, herramienta y mano de obra.	m	50.94	\$12.68	\$645.70
2	Armax de 12 x 12 -4 para castillos K1. Incluye: habilitado, mano de obra y herramienta, desperdicios y traslapes.	m	63.40	\$13.41	\$850.10
3	Acero de refuerzo para castillo K0, Fy=4200 kg/cm ² , #3 (3/8") de diámetro. Incluye: materiales, mano de obra, traslapes, fletos y acarreo.	kg	7.26	\$4.69	\$34.04
4	Armado en castillo K2 con 4 varillas del #3 y estribos del #2 (1/4") de diámetro @ 20 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, materiales, mano de obra y herramientas.	m	11.48	\$30.04	\$344.90
5	Muro block de concreto ligero 12x20x40 cm, de 12 cm de espesor, asentado con mezcla de mortero cem-plovo de piedra 1:3 junta de 1 cm de espesor, acabado común, hasta una altura de 2.4 m. Incluye: acarreo.	m ²	106.68	\$62.73	\$6,692.45
6	Colado de castillo K0 ahogado en 1 celda en muro de block de 12x20x40 cm fabricado a base de mortero cemento arena 1:3 reforzado con 1 varilla de 3/8" anclada en la cimentación. Incluye: fabricado del mortero, colado, materiales, herramienta y mano de obra.	m	3.17	\$11.68	\$37.01
7	Colado de castillo K1 de 12x12 cm de concreto f'c=150 kg/cm ² . Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m	63.40	\$21.77	\$1,379.92
8	Colado de castillo K2 de 12x 12 cm de concreto F'c= 150 kg/cm ² . Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m	11.48	\$21.77	\$249.87
9	Junta de construcción en muros a base de placas de polietileno de 5 cm de espesor. Incluye: materiales, mano de obra, desperdicios, acarreo y fletos.	m ²	5.54	\$37.02	\$205.24



10	Cerramiento CR-1 de 12x26 cm de concreto F'c=150 kg/cm2, reforzado con armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, hanilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	43.79	\$60.66	\$2,656.30
11	Cerramiento CR-2 de 12x21 cm de concreto, F'c= 150 kg/cm2, reforzado con Armex de 12x20-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	13.60	\$44.13	\$600.17
12	Cerramiento CR-3 de 12x30 de concreto F'c= 150 kg/cm2, reforzado con Armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricaión del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	0.90	\$75.85	\$68.26
13	Malla electrosoldada 6x6-6/6 como refuerzo de compresión en la losa. Incluye: habilitado y colocación de malla, amarres, traslapes, separadores, materiales, herramienta y mano de obra.	m ²	51.85	\$20.63	\$1,069.67
14	Armado de trabe T1 a base de Armes 12x25-4 reforzado con 1 varilla del #3 en el lecho superior. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta	m	4.34	\$29.29	\$127.11
15	Armado de trabe T2 con 2 varillas del #3 en el lecho superior y 2 en el lecho inferior con estribos de 1/4" @ 15 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta.	m	1.82	\$48.85	\$88.91
16	Suministro y colocación de módulo de vigueta y bovedilla de poliestireno. Incluye: montaje de vigueta y colocación de bovedilla, materiales, herramienta y mano de obra.	mod	1.00	\$7,671.04	\$7,671.04
17	Cimbra de losa de vigueta y bovedilla a base de mdrinas de 4"x4" y pies derechos metálicos. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, materiales, herramienta y mano de obra.	m ²	57.55	\$2.60	\$149.79
18	Cimbra perimetral en losa. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, herramienta, andamios, materiales y mano de obra.	m ²	35.09	\$13.64	\$478.61
19	Concreto F'c= 200 kg/cm2 rev-14, en losa. Incluye: colocación de concreto, nivelación, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m ³	2.97	\$1,096.18	\$3,255.65
20	Curado de losa de concreto a base de agua. Incluye: materiales y mano de obra.	m ²	57.55	\$0.25	\$14.39
Total de Materiales					\$26,619.12



Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
	Mano de obra				
1	Impermeabilización para desplante de muro block de 20 cm de altura a base de 2 capas de emulsión asfáltica y 1 capa de membrana. Incluye: materiales, herramienta y mano de obra.	m	50.94	\$12.18	\$620.52
2	Armex de 12 x 12 -4 para castillos K1. Incluye: habilitado, mano de obra y herramienta, desperdicios y traslapes.	m	63.40	\$8.95	\$567.33
3	Acero de refuerzo para castillo K0, Fy=4200 kg/cm ² , #3 (3/8") de diámetro. Incluye: materiales, mano de obra, traslapes, fletos y acarreos.	kg	1.78	\$3.20	\$5.69
4	Armado en castillo K2 con 4 varillas del #3 y estribos del #2 (1/4") de diámetro @ 20 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, materiales, mano de obra y herramientas.	m	11.48	\$21.31	\$244.59
5	Muro block de concreto ligero 12x20x40 cm, de 12 cm de espesor, asentado con mezcla de mortero cem-plovo de piedra 1:3 junta de 1 cm de espesor, acabado común, hasta una altura de 2.4 m. Incluye: acarreos.	m ²	106.68	\$58.50	\$6,240.76
6	Colado de castillo K0 ahogado en 1 celda en muro de block de 12x20x40 cm fabricado a base de mortero cemento arena 1:3 reforzado con 1 varilla de 3/8" anclada en la cimentación. Incluye: fabricado del mortero, colado, materiales, herramienta y mano de obra.	m	3.17	\$13.74	\$43.54
7	Colado de castillo K1 de 12x12 cm de concreto f'c=150 kg/cm ² . Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m	63.40	\$33.41	\$2,117.96
8	Colado de castillo K2 de 12x 12 cm de concreto F'c= 150 kg/cm ² . Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m	11.48	\$33.41	\$383.51
9	Junta de construcción en muros a base de placas de polietileno de 5 cm de espesor. Incluye: materiales, mano de obra, desperdicios, acarreos y fletos.	m ²	5.54	\$3.81	\$21.10
10	Cerramiento CR-1 de 12x26 cm de concreto F'c=150 kg/cm ² , reforzado con armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, hanilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	43.79	\$45.65	\$1,999.13



11	Cerramiento CR-2 de 12x21 cm de concreto, F'c= 150 kg/cm ² , reforzado con Armex de 12x20-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	13.60	\$45.65	\$620.88
12	Cerramiento CR-3 de 12x30 de concreto F'c= 150 kg/cm ² , reforzado con Armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.	m	0.90	\$45.65	\$41.09
13	Malla electrosoldada 6x6-6/6 como refuerzo de compresión en la losa. Incluye: habilitado y colocación de malla, amarres, traslapes, separadores, materiales, herramienta y mano de obra.	m ²	51.85	\$9.13	\$473.46
14	Armado de trabe T1 a base de Armes 12x25-4 reforzado con 1 varilla del #3 en el lecho superior. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta	m	4.34	\$8.53	\$37.03
15	Armado de trabe T2 con 2 varillas del #3 en el lecho superior y 2 en el lecho inferior con estribos de 1/4" @ 15 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta.	m	1.82	\$22.28	\$40.54
16	Suministro y colocación de módulo de vigueta y bovedilla de poliestireno. Incluye: montaje de vigueta y colocación de bovedilla, materiales, herramienta y mano de obra.	mod	1.00	\$2,560.25	\$2,560.25
17	Cimbra de losa de vigueta y bovedilla a base de madrinan de 4"x4" y pies derechos metálicos. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, materiales, herramienta y mano de obra.	m ²	57.55	\$37.00	\$2,129.19
18	Cimbra perimetral en losa. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, herramienta, andamios, materiales y mano de obra.	m ²	35.09	\$38.06	\$1,335.54
19	Concreto F'c= 200 kg/cm ² rev-14, en losa. Incluye: colocación de concreto, nivelación, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.	m ³	2.97	\$79.59	\$236.38
20	Curado de losa de concreto a base de agua. Incluye: materiales y mano de obra.	m ²	57.55	\$2.83	\$162.65
Total de Mano de Obra					\$19,881.13
Totales de estructura					\$56,680.74

**VII.3.3. Paneles estructurales (Panel W).**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Cimentación					
1	Cimentación	-	1.00	10,180.49	\$10,180.49
Total de cimentación					\$10,180.49
Materiales muros					
2	Acero de Refuerzo #3 (Habilitado). Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	Kg.	85.43	9.16	\$782.20
3	Mortero cemento-arena gruesa 1:4. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	3.50	1,241.92	\$4,344.72
4	Mortero cemento-arena cernida 1:4. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	3.33	1,311.11	\$4,364.93
5	Andamios. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	jor.	8.66	39.52	\$342.03
6	Cimbra y/o Apuntalamiento Panel W. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	lote	1.00	46.90	\$46.90
7	Kit Panel W de materiales para muros, consistente en: Panel W PS-2000, Malla p/unión W y L, alambre recocido y fibercón. Incluye flete, I.V.A. Y 7% de manejo	lote	1.00	12,208.48	\$12,208.48
Mano de obra en muros					
8	Repellado con mortero cemento-arena gruesa 1:4 dos caras (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	10.38	585.62	\$6,079.34
9	Aplanado con mortero cemento-arena fina 1:4 dos caras (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	17.31	585.62	\$10,137.12
10	Emboquillado con mortero cemento-arena fina 1:4 (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	1.55	585.62	\$907.71
11	Colocación de muros en estructura a base de Panel W (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	3.46	585.62	\$2,026.25
12	Colocación de apuntalamiento para muros a base de Panel W (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	0.25	585.62	\$146.41
Totales de muros					\$41,386.09



Materiales losa					
13	Concreto F'c= 150 kg/cm ² T.M.A. Bombeado 3/8" RV 14. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	2.49	1,639.21	\$4,081.62
14	Acero de Refuerzo #3 (Habilitado). Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	kg.	174.33	9.16	\$1,596.26
15	Mortero cemento-arena gruesa 1:4. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	2.10	1,241.92	\$2,601.82
16	Mortero cemento-arena cernida 1:4. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	2.10	1,311.11	\$2,746.78
17	Andamios. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	Jor.	9.71	39.52	\$383.88
18	Cimbra y/o Apuntalamiento Panel W. Incluye I.V.A. e Indirectos (16%)	m ³	58.85	56.42	\$3,320.38
29	Kit Panel W de materiales para losas, consistente en: Panel W PS-2000, Malla p/unión W y L, alambre recocido y fibercón. Incluye flete, I.V.A. Y 7% de manejo	lote	1.00	13,009.28	\$13,009.28
Mano de obra losa					
30	Repellado con mortero cemento-arena gruesa 1:4 dos caras (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	5.89	585.62	\$3,446.39
31	Aplanado con mortero cemento-arena fina 1:4 dos caras (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	7.36	585.62	\$4,310.18
32	Colocación de losa en estructura a base de Panel W (0.1 Cabo + 1 Ofic. + 1 Ayte.)	Jor.	2.35	585.62	\$1,378.55
Totales losas					\$36,875.14
Totales de estructura					\$88,441.71

**VII.3.4. Cimbra muerta (Poliestireno expandido).**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
	Cimentación				
1	Cimentación	-	1.00	\$10,180.49	\$10,180.49
	Materiales				
2	Kit Plycem de materiales para muros y losas, consistente en: Tableros de fibrocemento, perfiles metálicos galvanizados, tornillería para armado de estructuras y fijación de tableros, mortero epóxico y malla para juntas rígidas, respaldo y sellador para juntas elásticas y sellado general. Incluye: flete, I.V.A. Y 7% de manejo	lote	1.00	\$98,869.23	\$98,869.23
	Mano de obra				
3	Colocación de estructura primaria con PTR, Colocación de Muros y Losa a base de paneles de fibrocemento. Incluye herramienta e indirectos (16%)	lote	1.00	\$30,292.29	\$30,292.29
Total de estructura					\$129,161.52
Total de vivienda					\$139,342.01

**VII.3.5. Colado monolítico.**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe
	Cimentación				
1	Cimentación	Módulo	1.00	\$10,180.49	\$10,180.49
Total cimentación					\$10,180.49
	Materiales				
1	Varilla de anclaje cimentación-muros (Varilla #3)	kg	40.52	\$7.26	\$294.18
	Colocación de varilla de anclaje cimentación-muros (varilla #3)	kg	40.52	\$20.27	\$821.51
2	Colocación de concreto en muros	m ³	10.67	\$258.50	\$2,758.16
3	Concreto en muros F'c=200 kg/cm3	m ³	10.67	\$950.54	\$10,142.26
4	Malla electrosoldada en muros	m ²	106.68	\$21.78	\$2,323.49
5	Colocación de malla electrosoldada en muros	m ²	106.68	\$13.79	\$1,470.74
6	Bastones de anclaje muro-losa (Varilla #3)	kg	81.82	\$7.26	\$594.01
7	Colocación de bastones de anclaje muro-losa (Varilla #3)	kg	81.82	\$20.27	\$1,658.84
8	Bastones de refuerzo losa de azotea (Varilla #3)	kg	20.89	\$7.26	\$151.66
9	Colocación de bastones de refuerzo losa de az (Varilla #3)	kg	20.89	\$7.26	\$151.66
10	Malla electrosoldada en losa (6x6-6/6)	kg	73.67	\$21.78	\$1,604.53
11	Colocación de malla electrosoldada en losa	kg	73.67	\$13.79	\$1,015.65
12	Malla electrosoldada en losa (6x6-10/10)	kg	19.10	11.55	\$220.61
13	Colocación de malla electrosoldada en losa	kg	19.10	13.79	\$263.32
14	Acero de castillos (Varilla #3)	kg	111.84	\$7.26	\$811.96
15	Colocación de acero de castillos (var #3)	kg	111.84	\$20.27	\$2,267.48
16	Acero de castillos (Varilla #2)	kg	150.51	\$9.67	\$1,455.43
17	Colocación de acero de castillos (var #2)	kg	150.51	\$22.98	\$3,458.35
18	Acero de cerramientos y trabes (varilla #3)	kg	8.08	\$7.26	\$58.66
19	Colocación de acero de cerramientos y trabes (var #3)	kg	8.08	\$20.27	\$163.82
20	Acero de cerramientos y trabes (varilla #4)	kg	22.23	\$6.50	\$144.50



21	Colocación de acero de cerramientos y trabes (var #4)	kg	22.23	\$17.23	\$383.09
22	Acero de estribos y varilla de refuerzo (Acero de #2)	kg	4.92	\$9.67	\$47.58
23	Colocación de acero de estribos y varilla de refuerzo (acero #2)	kg	4.92	\$22.98	\$113.05
24	Acero de estribos y varilla de refuerzo (Acero de #3)	kg	16.70	\$7.26	\$121.24
25	Colocación de acero de estribos y varilla de refuerzo (acero #3)	kg	16.70	\$20.27	\$338.58
26	Concreto de cerramientos y trabes	m ³	1.74	\$772.13	\$1,343.51
27	Colocación de concreto de cerramientos y trabes	m ³	1.74	\$258.50	\$449.78
28	Concreto de castillos	m ³	0.30	\$772.13	\$231.64
29	Colocación de concreto de castillos	m ³	0.30	\$258.50	\$77.55
30	Concreto de losa	m ³	6.75	\$772.13	\$5,211.88
31	Colocación de concreto de losa	m ³	6.75	\$258.50	\$1,744.86
32	Cimbra para muro y losa.	m ²	158.61	\$27.57	\$4,372.88
Total materiales muros y losa					\$46,266.45
Total de estructura					\$56,446.94



VII.4. Tabla comparativa de los sistemas de construcción.

SISTEMA CONSTRUCTIVO	COSTO DE ESTRUCTURA (CIMENTACIÓN, MUROS Y LOSA)
1.- SISTEMA TRADICIONAL	\$56,680.74
2.- PANELES ZAMPEADOS	\$88,441.71
3.- PANELES DE FIBROCEMENTO	\$139,342.01
4.- CIMBRA MUERTA CON BASE EN PVC	\$90,422.47
5.- CIMBRA MUERTA CON BASE EN POLIESTIRENO EXPANDIDO	\$60,173.32
6.- COLADO MONOLÍTICO	\$56,446.94



CAPITULO OCTAVO

CONCLUSIONES

La vivienda de interés social actualmente es la de mayor demanda en nuestro país, es por ello que los factores que se deben de considerar al implementar un sistema constructivo son variados, en el desarrollo de la tesis se tomaron en cuenta los siguientes:

- El costo de los materiales utilizados
- Especialización de mano de obra y herramienta
- Tiempos de ejecución
- Adaptación de los sistemas (modificaciones, ampliación, etc.)
- Características estructurales
- Disponibilidad del sistema (costo de flete)

La cuantificación de cada sistema arrojó que los tres de menor costo son: colado monolítico, sistema tradicional y cimbra muerta a base de poliestireno expandido, con un costo de \$56,446.94, \$56,680.74 y \$60,173.32 respectivamente, teniendo solamente una diferencia de \$3,726.38 del mayor al menor costo.

Cimbra muerta a base de poliestireno expandido.

Este sistema tiene la limitante de colar hasta 4 hiladas (1.00 m máximo), como una medida de precaución debido a que el bloque de poliestireno expandido no resistiría la presión del concreto y tiende a abrirse si se rebasa esta recomendación hecha por el fabricante, y para colocar la siguiente hilada el concreto deberá alcanzar una resistencia adecuada para soportarla sin deformarse. Lo anterior afecta los tiempos de ejecución.

Requiere de mano de obra especializada, y se tiene que adaptar con otro ya que no cuenta con sistema de losa. Aunque es compatible con otros sistemas, requiere de trabajos adicionales, y si se pensara en ampliar la construcción con el mismo material, los costos serían altos.

El fácil manejo de los paneles hace que el ensamblado de muros pueda ser industrializable, sin embargo, al no contar con un sistema de losa propio, no se puede colar monolíticamente, y por tanto el tiempo de terminación es mayor para el total de la estructura.

Sistema constructivo tradicional.

El sistema de mayor arraigo en nuestro país, sin embargo su proceso constructivo es tardado. Los materiales empleados en el caso de casa de interés social (bajos costos), suelen ser de baja calidad, y aunque no requiere de mano de obra especializada, sí requiere de supervisión calificada ya que si aunamos la calidad variable de los materiales con una mala colocación, se obtiene un producto final que tendrá a corto o mediano plazo un mal funcionamiento, y prueba de ello son la infinidad de construcciones que se realizan actualmente y que después de un tiempo se tienen que corregir.

El sistema tradicional es uno de los más empleados y es compatible con otros sistemas, permitiendo la ampliación del inmueble sin grandes modificaciones.

El sistema tradicional, aunque es posible realizarlo como un sistema industrializado, es poco redituable por el factor tiempo, así como calidad variable.



Colado monolítico.

El sistema de colado monolítico tiene la ventaja de ser un sistema que se puede colar en un sólo evento y que su principal material (concreto) es de una calidad controlada, ya que generalmente para este tipo de obras en serie, se instala una planta de concreto cerca de la obra donde se controla la calidad del material, o bien se adquiere el concreto premezclado de planta. Además, este sistema es compatible con otros si se requiere ampliar la edificación.

Requiere de mano de obra y herramienta especializada, sin embargo, dado que el sistema es repetitivo, el trabajador adquiere experiencia rápidamente, siendo necesario sólo un adiestramiento inicial. La adquisición de cimbra es una inversión que se amortiza al reeditar en menores tiempos de ejecución y en alta calidad del trabajo ejecutado.

Este sistema nos permite reducir tiempos de ejecución, mayor control de los materiales, reducir la supervisión del proceso (aunque siempre es indispensable), y es compatible con otros sistemas.

Elección de sistema

Por sus características tanto económicas como de tiempos de ejecución, el sistema que presenta condiciones de industrialización más adecuados para la construcción de viviendas de interés social, dado que su proceso en serie permite controlar los aspectos que en un principio son importantes para la construcción, es el sistema de colado monolítico.

ANEXO 1

ÍNDICE ANEXO 1

1.1 Sistema constructivo tradicional	1 – 1
1.1.1 Herramientas y accesorios	1 – 1
1.2 Paneles Estructurales	1 – 7
1.2.1 Normatividad	1 – 7
1.2.2 Paneles zampeados (Accesorios)	1 – 9
1.2.3 Paneles de fibrocemento (Propiedades y pruebas)	1 – 12
1.3 Cimbra muerta	1 – 14
1.3.1 Cimbra muerta con base en PVC (Accesorios, acabados y herramienta)	1 – 14
1.3.2 Cimbra muerta con base en poliestireno expandido	1 – 17
1.4 Colado monolítico	1 – 18
1.4.1 Sistemas de colado	1 – 18
1.4.2 Almacenaje y manejo de obra	1 – 19
1.4.3 Infraestructura requerida	1 – 19
1.4.4 Recomendaciones generales	1 – 21
1.4.5 Piezas que componen el sistema	1 – 26
1.5 Análisis de costos	1 – 29
1.5.1 Rendimientos	1 – 29
1.5.2 Análisis de precios unitarios	1 – 30
1.5.3 Explosión de insumos	1 – 39

ANEXO 1.1

SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

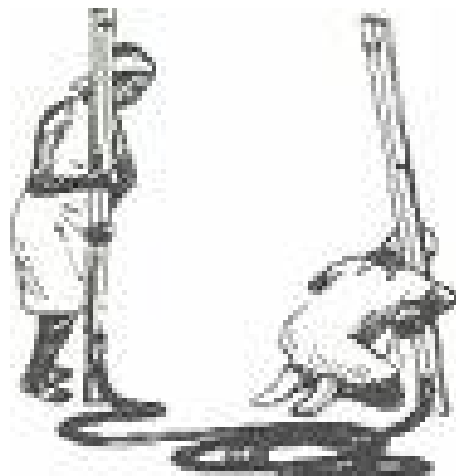
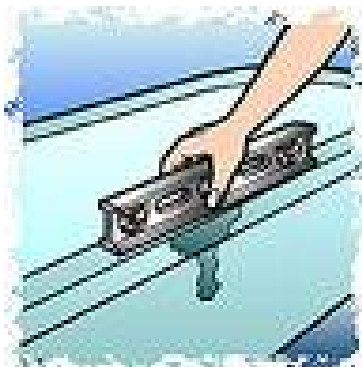
1.1.1 Herramientas y accesorios.

Las herramientas indispensables en el buen funcionamiento del sistema son las siguientes:

- Pico



- Nivel, nivel de manguera y plomadas de acero



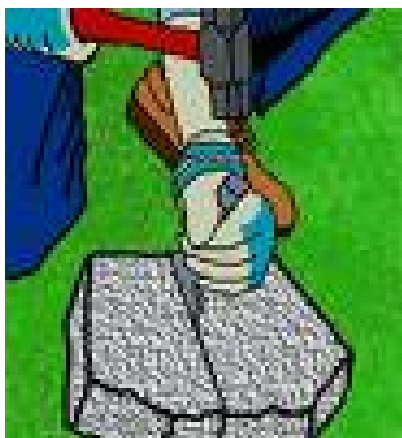
- Lana y cuchara



- Pinzas,



- Martillos y cincel



- Machete



- Pala



- Pisón



- Alambre y gancho para amarrar



- Segueta



- Carretilla



- Hormigonera



- Atornillador



- Clavos y tornillos



ANEXO 1.2

PANELES ESTRUCTURALES

1.2.1. Normatividad

Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos de las edificaciones, aplicables a los paneles de fabricación nacional y de importación que se comercialicen en el país.

Clasificación

Los paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos, objeto de esta norma se clasifican conforme a su trabajo estructural en:

TIPO I	Para uso en muros
TIPO II	Para uso en entrepisos y techos.

Especificaciones

- Los paneles estructurales tipo I deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Resistencia a la compresión simple

Los paneles estructurales TIPO I deben ser capaces de resistir un esfuerzo mínimo axial a la compresión de 0.49 MPa (5 kg/cm²)

Esta resistencia se obtiene con la expresión: $c^* = \frac{\bar{c}}{1 + \sigma CV}$

En donde:

Resistencia promedio a la compresión de la muestra de paneles

σ = Coeficiente que toma en cuenta un nivel de confianza de 95%

Típicamente $\sigma = 2.5$

$$CV = \text{Coeficiente de variación} = \frac{\text{Desviación estándar}}{\bar{c}}$$

Resistencia bajo carga lateral en el plano del muro

Los paneles estructurales TIPO I deben tener una resistencia mínima al cortante de 0.098 MPA (9.61 x 10⁻⁴ kg/cm²), o bien resistir una carga lateral mínima de 1.5 t por cada metro de longitud del muro, actuando simultáneamente con la vertical de servicio.

Con el propósito de que las uniones y conexiones resistan la aplicación de esta carga lateral especificada, el fabricante deberá especificar el armado y/o anclaje para que dichas uniones y conexiones resistan

cuando menos 1.5 veces el esfuerzo que se desarrolle en ellos cuando se alcanza la resistencia de el (los) panel (es).

Resistencia al fuego

Los paneles estructurales TIPO I para uso en las especificaciones de riesgo menor deben cumplir con una resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550 °C).

Nota 1: el fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperaturas superiores a las aquí indicadas, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

Los paneles estructurales TIPO I para uso en las edificaciones de riesgo mayor deben cumplir con una resistencia al fuego de tres horas como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550 °C).

Nota 2: El fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperaturas superiores a las aquí indicadas, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

Resistencia al impacto para muros

Los paneles estructurales TIPO I así como en sus uniones horizontales y/o verticales deben resistir un impacto provocado por una masa de 50 kg suspendida en forma de péndulo a una altura de 2.20 m y un ángulo de 45 °C, conservando su integridad estructural sin separación en ambas caras de la probeta, y una deflexión instantánea no mayor a 10 mm al impacto y recuperarse de su deformación al 100% después del mismo.

Resistencia a carga uniformemente repartida actuando perpendicularmente al plano

Los paneles estructurales TIPO I deben resistir una carga de 981 Pa (100 Kg/m²), sin rebasar una flecha de L/360, donde L es la longitud del claro mayor, y recuperarse de su deformación al retirar la carga.

Nota 3: El fabricante deberá considerar que las uniones y conexiones resistan cuando menos 1.5 veces el esfuerzo que se desarrolle en ellos cuando se alcanza la resistencia de el (los) panel (es) especificada.

- Paneles Estructurales Tipo II

Los paneles TIPO II deben cumplir con lo siguiente:

Resistencia a la flexión

Los paneles estructurales Tipo II así como sus uniones, deben resistir las cargas totales de diseño (cargas de servicio multiplicadas por el factor de carga correspondiente) aplicadas perpendicularmente al plano de la losa, sin rebasar una flecha de L/360, donde L es la longitud del claro mayor y recuperarse de su deformación al retirar la carga.

Nota 4: El fabricante deberá considerar que las uniones y conexiones resistan cuando menos 1.5 veces el esfuerzo que se desarrolle en ellos cuando se alcanza la resistencia de el (los) panel (es) especificada.

Resistencia al impacto

Los paneles estructurales TIPO II así como sus uniones, deben resistir el impacto en caída libre provocado por una masa de 50 kg, que se suelta desde una altura de 1.5 m sin rebasar una flecha de $L/360$, donde L es la longitud del claro mayor y recuperarse de su deformación conservando su integridad estructural.

Resistencia al fuego

Los paneles estructurales TIPO II para uso en las edificaciones de riesgo menor deben cumplir con una resistencia al fuego de una hora como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550 °C)

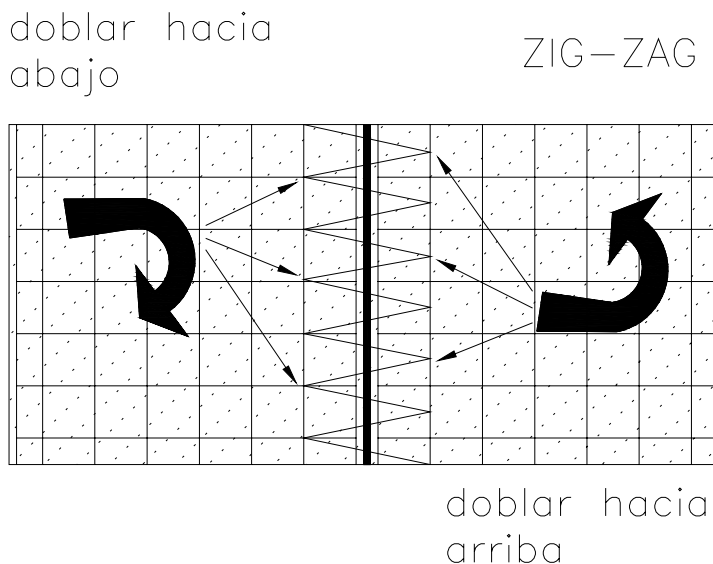
Nota 5: El fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperaturas superiores a las aquí indicadas, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

Los paneles estructurales TIPO II para uso en las edificaciones de riesgo mayor deben cumplir con una resistencia al fuego de tres horas como mínimo, sin producir flama, humo o gases tóxicos a una temperatura mínima de 823 K (550 °C).

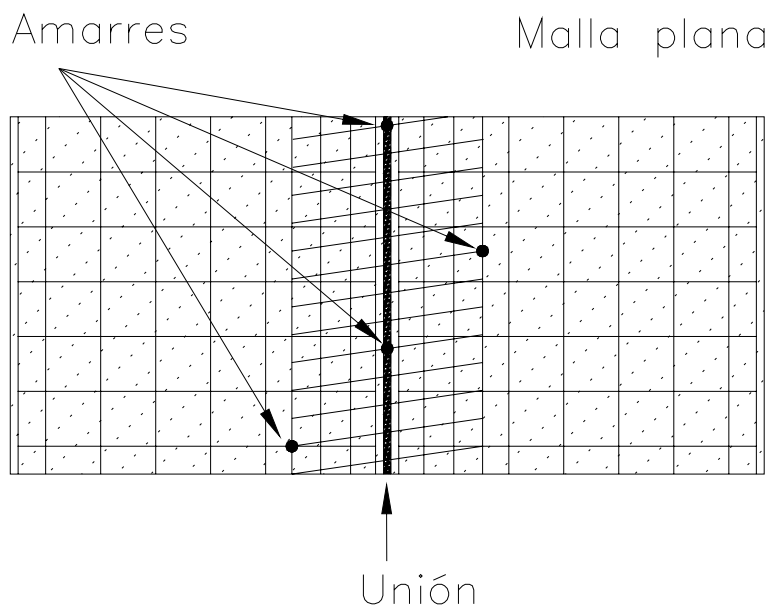
Nota 6: El fabricante puede solicitar que la resistencia al fuego se efectúe a temperaturas superiores a las aquí indicadas, y en su caso se manifieste en el certificado correspondiente.

1.2.2. Paneles zampeados (Accesorios)

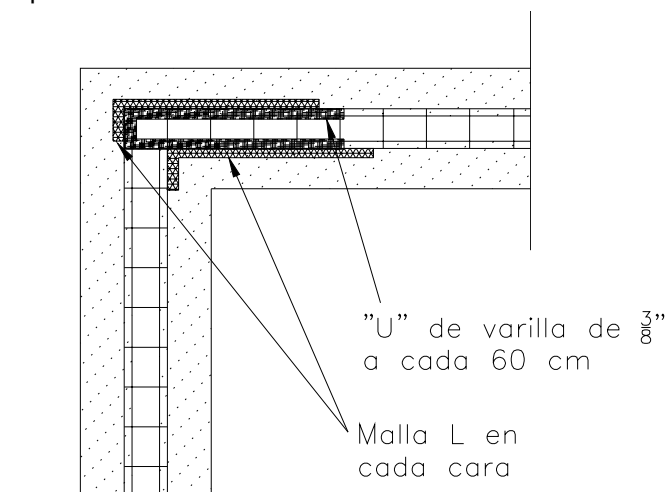
ZIG-ZAG Proporciona un anclaje mecánico sin igual entre los paneles a unir. Se logra doblando las puntas con el gancho de fierro, de arriba hacia abajo en un lado y de abajo hacia arriba en el otro.



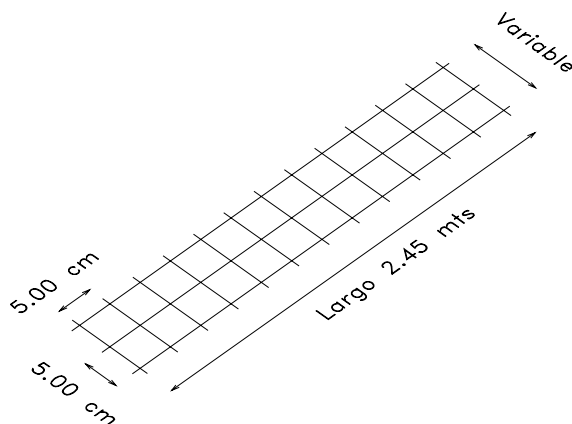
Malla plana Esta malla proporciona un anclaje mediante traslape de acero. La fijación de ésta a los paneles se hace centrándola sobre la unión y fijándola mediante amarres con alambre recocido cal. 18 a 25 cm. La unión debe realizarse siempre por ambas caras de los paneles, teniendo cuidado de que los alambres, paralelos de ambos se toquen a lo largo de ella. Se facilita este proceso si se hace estando los paneles en el piso, por lo que es recomendable hacer módulos uniendo hasta 4 paneles para su posterior colocación.

Malla L

Las uniones entre paneles en escuadra se realizan con la malla L, la cual se sujeta a ellos mediante amarres de alambre recocido cal. 18 a cada 25 cm. Se refuerzan con "U" de varilla de 3/8" de diámetro y 30 cm de longitud, separadas a cada 60 cm a lo largo de la unión, amarradas con alambre recocido a la estructura del panel. Debe cuidarse que se coloquen por dentro de la estructura del panel.

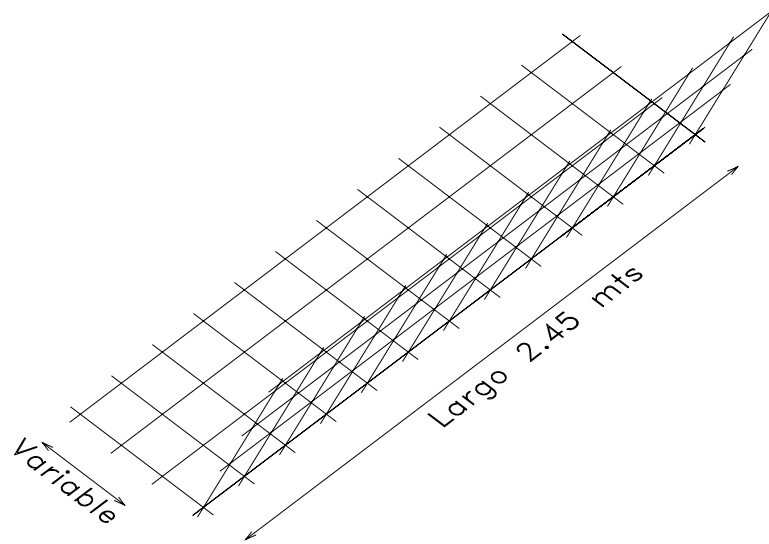
Malla unión

Elemento de unión que se coloca en ambos lados al realizar una unión entre dos paneles



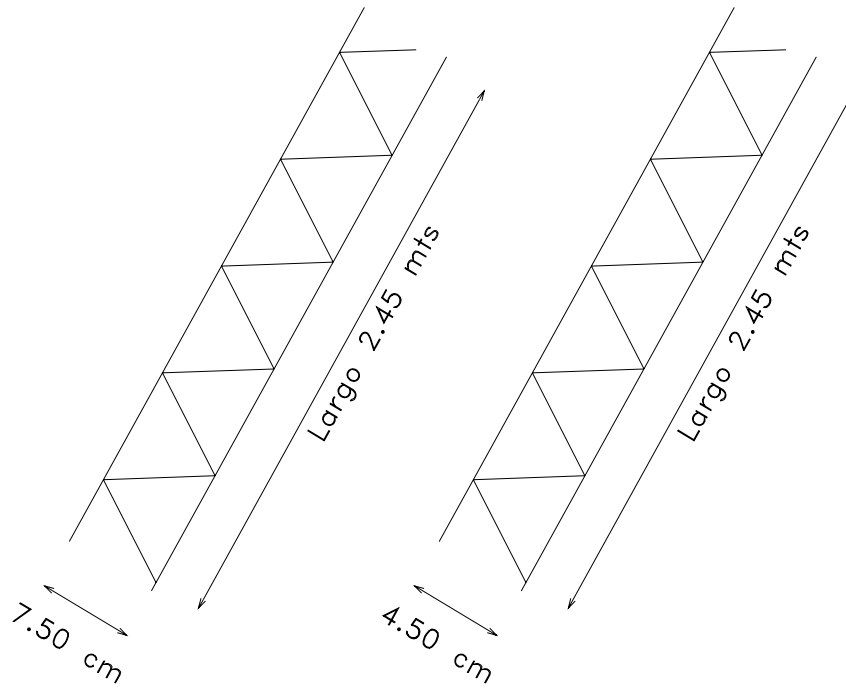
Malla
esquinera

Elemento de unión que se coloca tanto internamente como externamente en un encuentro de paneles (esquina, vértices de Encuentros).



Escalerilla

Elemento de refuerzo que se coloca en vanos de puertas y ventanas.



1.2.3. Paneles de fibrocemento

CUADRO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS TABLEROS DE FIBROCEMENTO

PROPIEDAD	SISTEMA INGLÉS	SISTEMA METRICO	NORMA ASTM	LABORATORIO
Módulo de elasticidad en flexión Paralelo seco Perpendicular seco	727,000 Psi 626,000 Psi	51,114 kg/cm ² 44,013 kg/cm ²	C-120 C-121	USTC USTC
Módulo de ruptura Paralelo seco Perpendicular seco	1,470 Psi 1,310 Psi	103 kg/cm ² 92 kg/cm ²	C-1185 C-1185	Ramtech Ramtech
Resistencia al cortante	1,183 Psi	83 Kg/cm ²	D-732	USTC
Resistencia a la tracción Paralelo seco Perpendicular seco	696 Psi 508 Psi	49 Kg/cm ² 36 Kg/cm ²	D-209 D-210	USTC USTC
Resistencia a la compresión a 20% de deformación Paralelo a la superficie Perpendicular a la superficie	9,640 Psi 3,860 Psi	678 kg/cm ² 271 kg/cm ²	C-170 C-170	USTC USTC
Conductividad térmica	1.42 BTU*pul/ (hr*pie ² °F)	0.20448 W/m °C	C-518	USTC
Coefficiente expansión térmica	4.00E-06 pul/°F	5.64E-06cm/°C	D-696	USTC
Variación lineal con cambio de Humedad de 30% a 90% Paralelo Perpendicular	0.0153 pul/pie 0.0118 pul/pie	0.13 cm/m 0.10 cm/m	C-1185 C-1185	Ramtech Ramtech
Densidad	68.574 lb/pie ³	1.1 gr/h-m ³	D-1037	USTC
Contenido de humedad	8%	8%	D-1037	USTC
Transmisión de vapor de agua		1.91 g/h-m ³	E-96	USTC
Coefficiente de reducción de Ruido (NRC)	0.05	0.05	C-423	CFAE

Nota: Los términos paralelo y perpendicular se refieren al sentido del esfuerzo con relación a la fibra.

PRUEBAS PARA TABLEROS DE FIBROCEMENTO

PROPIEDAD	DESIGNACION	RESULTADO	LABORATORIO
Incombustibilidad Expansión de llama Desarrollo de humo	ASTME-84	0 0	UL Ramtech
Contribución a la combustión y al calor en un ambiente de fuego	ASTME-136	No contribuye al fuego pasa los requerimientos de la prueba	VTEC Ramtech
Envejecimiento acelerado	ASTME-773 y ASTMG-53	No se observaron cambios en las muestras después de haber cumplido con los ciclos de prueba	AT Ramtech
Prueba de calor-Luvia	ASTMC-1185 y ASTMC1186	No se observaron daños estructurales	Ramtech
Impermeabilidad o Resistencia al agua Lámina de 11 mm	ASTMC-1185 y ASTMC1186	Después de 24 hrs. No hubo formación de gotas de agua debajo de la lámina	Ramtech
Congelamiento Descongelamiento Lámina de 11 mm	ASTMC-1185 y ASTMC1186	Después de 50 ciclos de prueba no hay fisuras ni delaminación, ni otros efectos visibles. Radio = 1.12	Ramtech
Prueba de Agua Caliente	ASTMC-1185 y ASTMC1186	Después de los ciclos de prueba, las probetas no presentan fisuras ni delaminación. Radio = 1.12	Ramtech

UL: Underwriters laboratories, Inv., Illinois, EE.UU.

VTEC Laboratories, Inc., New York, EE.UU.

AT: Arquitectural Testing, Inc., Pennsylvania, EE.UU.

Ramtech Laboratories, Inc., Los Angeles, Calif. EE.UU.

CFAE: Center For Applied Engineering, Inc., Florida, EE.UU

Anexo 1.3

CIMBRA MUERTA

1.3.1. Cimbra muerta con base en PVC (Accesorios, acabados y herramientas)

I. Accesorios

Ventanas.

Mientras se coloca el techo se pueden instalar ventanas, ya que su proceso es sencillo y muy rápido, además no interfiere con el proceso constructivo. Se aplica silicón a la ventana o al marco, se coloca en sitio y se atornilla. Posteriormente se colocan las molduras (chambranas).



También se pueden hacer en paralelo algunas otras actividades como:

- Colocación de pisos, muebles sanitarios u otros
- Aplicación de otros acabados (si se especifican)
- Cableado eléctrico y colocación de accesorios, puertas y molduras (chambranas)

Estas actividades se pueden programar y ejecutar sin interferir con el proceso del sistema.

II. Acabados.



Cada sistema proporciona un acabado integral, sin embargo, se pueden añadir otros acabados según se requiera o presupueste. Cada sistema tiene algunos recubrimientos exteriores y se pueden disponer de aislamientos de techo y muros, no siendo éstos indispensables. Se pueden aplicar recubrimientos de tipo acrílico directamente a la superficie y tener así acabados texturizados de distintos colores.

Los pisos y recubrimientos pétreos se aplican como tradicionalmente se usa. Algunos sistemas no requieren de azulejo en muros sellando las juntas de regadera como lo indique el técnico del sistema.





III. Herramientas

- **Herrería y Accesorios.**

En cada sistema la herrería que se emplea tradicionalmente en puertas y ventanas prácticamente ha quedado eliminada, ya que proporciona integralmente los marcos de puertas y ventanas que forman los vanos previstos. Éstos quedan integrados al ir ensamblando los muros.

Algunos sistemas incluyen ventanas y puertas de patio (patio doors) de PVC (color blanco) totalmente armadas a fusión y con vidrios, mismas que ofrecen una gran ventaja en comparación con las de aluminio (de tipo económico) y no requieren ningún acabado adicional ni mantenimiento.

Las puertas pueden ser exteriores o interiores, en diferentes tipos de acabados y material, y pueden ser surtidas o no por el fabricante del sistema.

- **Herramientas que deben utilizarse.**

Para llevar acabo una obra hace falta un mínimo de herramientas que se enumeran en lista adjunta y que, con ciertos requerimientos de servicios en la zona, permiten ejecutar los trabajos con rapidez y eficiencia.

- **Herramienta necesaria.**

- 1 Serrote de 24" de diente para corte de trozar (fino)
- 1 arco con seguetas (4) de diente grueso
- 1 Formón de 3/4"
- 1 Formón de 1/2"
- 1 Martillo de carpintero con una recta
- 2 ó 3 Mazos de hule de 1 a 1.5 lbs.
- 2 Taladros desarmador reversible de velocidad variable de 3/8" de preferencia inalámbrico (indispensable)
- 2 Mandiles porta herramienta (clavera) de carnaza p/cinturón.
- 2 Porta taladro (funda de carnaza) para cinturón
- 1 Extensión 20 m (naranja) con cabeza (toma corriente de 3 vías múltiple calibre 2 x 14) uso rudo
- 1 Extensión 20 m (naranja) con toma corriente sencillo uso ligero, calibre 2 x 16 ó 18
- 4 Puntas para desarmador eléctrico tipo cruz (phillips) del n° 2, n° 1 una de cada una
- 1 Desarmador plano de mango de 3/8" x 10" ó 12"
- 1 Desarmador plano de mango de 1/4" x 10"
- 1 juego de dados de 1/4" a 1" con material
- 1 juego de sacabocados para tablero de espiga de 3/8"
- 1 Pinzas de presión 8" ó 10" y/o
- 1 Pinzas de electricista de 8"
- 1 Escalera de tijera de 3.00 m

- **Herramienta No Indispensable.**

- 1 Sierra de sable
- 1 Rowter para acabado de enchapados (1/4")
- 1 Barreta uña de cabra
- 1 Taladro de percusión de 1/2" velocidad variable
- Se necesitará conexión para toma eléctrica de 110 volts

1.3.2. Cimbra muerta con base en poliestireno expandido (Cantidades de obra)

A continuación se muestran las cantidades de materiales para construir un metro cuadrado de muro, como ayuda para análisis. El recubrimiento se hará de acuerdo a los requerimientos del proyecto, disponibilidad de materiales, etc. y habrá que sumarlo a los conceptos anteriores.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sistema constructivo	Pza	3.660
Concreto 150 kg/m	m ³	0.052
Var 3/8"	Kg	1.29
Alambre galvanizado	Kg	0.02
Mano de obra (1 oficial + 2 ayudantes)	m/jor ²	35.00

Anexo 1.4

COLADO MONOLÍTICO

1.4.1. Sistemas de colado

I. Cimbras para concreto aparente

Para obtener un perfecto acabado de las piezas colocadas con madera pueden seguirse varios procedimientos según el efecto final que se desea obtener. Desde luego el procedimiento más indicado es el de terminarlas perfectamente, en algunos casos se acostumbra mejorarlo mediante el empleo de otros que preparan al concreto una superficies completamente lisas, desvirtuando por otra parte la calidad y textura propia del material, es indispensable, desde luego, el uso de vibradores para poder obtener un trabajo perfecto en la apariencia.

II. Cimbras especiales

Pueden quedar comprendidas dentro este grupo aquellas cimbras que se ejecutan para colar formas tales como arcos, bóvedas y superficies cuyas diversas características exigen una cimbra con forma especial.

Para muchas de ellas el trabajo de moldeado es probablemente más importante que el trabajo de colocado y el proyecto de las mismas debe hacerse estudiando perfectamente todos los detalles. En general, tiene un costo sumamente elevado, dado que se necesita personal especializado en este tipo de trabajo.

III. Cimbras rodantes

Cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales, tanto en sección como en longitudinales, se utilizan comúnmente las cimbras de tipo rodante.

La cimbra rodante es muy útil en la ejecución de una serie de trabajo durante la construcción de obras de entre ejes iguales y otros casos especiales que ameriten el estudio, proyecto y ejecución de este tipo de cimbras.

En todos los lugares donde se aplique este tipo de cimbras, las superficies a cubrir se construyen de una sección, la cual es montada sobre camiones, carros o estructuras horizontales, formadas generalmente por vigas y polines que quedan apoyadas en tubos o ruedas, permitiendo así deslizarse y colocarla en el claro siguiente.

IV. Cimbras deslizantes

Las cimbras tienen su mejor exponente en la cimbra utilizada para la construcción de chimeneas para lo cual se habilita un juego completo de cimbras de aproximadamente 1.5 m de altura para todo el perímetro se efectúa el colado continuo sostenido y elevando la cimbra por medio de gatos de tornillos ya sea manuales o eléctricos, los cuales se apoyan en barras de acero empotradas a la cimentación quedando unidas en la cimbra por medio de puentes convenientemente colados.

Esta cimbra adapta una sección triangular truncada, siendo más ancha en su parte inferior con objeto de evitar que se pegue al colado.

V. Cimbra de aluminio

Es una cimbra de contacto, utilizada comúnmente en la construcción de vivienda popular monolítica, con acabado liso o tabique aparente, con una duración de 2000 ó 3000 usos, dependiendo del mantenimiento

que se le dé, en paneles modulares de dimensiones de 2.40 x 0.90 m con un peso aproximadamente de 40 kg.

En la modulación se pueden incluir los marcos de puertas y ventanas y también la losa tapa. Una vez modulado el prototipo base, la misma cimbra se podrá utilizar para otros proyectos utilizando solamente piezas de ajuste.

VI. Cimbra de marco metálico y cara de contacto de triplay

Esta es una cimbra de contacto con una combinación de marco metálico y cara de triplay, con una duración de cien usos, aproximadamente dependiendo del manejo. Su utilización limitada.

1.4.2. Almacenaje y manejo en obra

- Las piezas y los bultos de cimbra muerta con base en poliestireno expandido pueden ser fácilmente acarreados por vientos fuertes, por lo anterior cuando se almacene debe considerarse liberarlo de la acción del viento colocándolo de preferencia en lugares cerrados o protegidos.
- Los rayos ultravioletas del sol degradan al poliestireno bajo largas exposiciones, si el almacenaje va a ser de larga duración es preferible proveer de sombra mediante algún techo o cubierta de lonas, en los tiempos normales de ejecución de una obra el poliestireno no se ve afectado por los rayos solares.
- El polvo amarillo generado en su superficie puede ser retirado sólo con lavarlo con agua y cepillo y se tendrá de nuevo una superficie blanca, esto es recomendable para la aplicación de los recubrimientos.
- No es necesario un manejo en extremo cuidadoso, generalmente el manejo en obra no causa deformaciones considerables que afecten la forma de la pieza y su uso.
- Si una sección de la pieza está muy dañada basta con recortar los módulos dañados entre las líneas de modulación y el resto de la pieza puede ser reutilizado.
- La lluvia no afecta a las piezas del sistema con base en poliestireno expandido y por lo tanto no es necesario protegerlas contra la humedad, sólo hay que cuidar que el lodo no contamine las piezas porque puede afectar al concreto de relleno.

1.4.3. Infraestructura requerida

I. Trabajos previos

Previo a la recepción de la cimbra, es necesario contar con la siguiente infraestructura:

- Losas de cimentación coladas y con disparos (mínimo 3)
- Muros de PB habilitados: acero e instalaciones (mínimo 1)
- Almacén de 300 m² como mínimo, de preferencia dentro de la obra
- Equipo para acarreos: camión de 3.5 ton o pick-up con roll-bar y jalón.
- Programa de suministros elaborado: acero, poliestireno (juntas constructivas), material para instalaciones, etc. Stock de materiales para 3 casas (mínimo) en almacén.
- En caso de subcontrato, tener contratadas ya cimentaciones e instalaciones, habiendo revisado el secuencial con los contratistas.
- Cuadrillas debidamente dadas de alta y con estadía solucionada en caso de tratarse de mano de obra foránea.
- Suministro de agua solucionado (500 lts diarios)

- Energía eléctrica para conexión de vibradores y lavadora a presión (en su caso, planta de gasolina).
- Sistema de nóminas debidamente instrumentado, para pago de mano de obra desde la primera semana de operación.
- Almacenista y dos veladores (almacén y obra) contratados.

II. Mano de obra

Uno de los factores más importantes y de acuerdo con lo señalado por el proveedor, la mano de obra necesaria para llevar acabo este sistema es la siguiente:

Planta baja (230 m² de cimbrado aprox.):

- 4 oficiales carpinteros
- 3 oficiales fierreros
- 2 ayudantes generales

Planta alta (300 m² de cimbrado aprox., en segunda fase de construcción):

- 5 oficiales carpinteros
- 3 oficiales fierreros
- 3 ayudantes generales

Los trabajadores deberán llegar con su propio equipo en lo que a herramienta menor se refiere (martillos, ganchos, cucharas, etc.) El resto deberá ser provisto por la empresa, de acuerdo a las necesidades que se requieren.

III. Proveedores

Al iniciar la construcción directa, es necesario negociar previamente con establecimientos de la localidad para surtir materiales de manera regular e inmediata y estableciendo las formas y plazos de pago de acuerdo con las políticas establecidas. Se debe contar con:

- Ferretería
- Tlapalería
- Maderería
- Materiales de construcción en general
- Material eléctrico

IV. Inicio de operación

Con los planos de modulación y la lista de empaque, se deberán seleccionar las piezas con las que se iniciará el armado de la cimbra, es decir solamente las de planta baja (unifamiliar/dúplex/cuádruplex o como corresponda).

La cimbra se transportará a la obra solamente cuando todo esté listo para iniciar el armado (losas de cimentación y habilitado de muros, acero e instalaciones). Asimismo, deben estar ya fabricados los bancos de habilitado de acero y de colocación de cimbra. Debe estar ya en el sitio el acero para el habilitado de la primera losa como mínimo, así como el material y el personal para habilitado de instalaciones de la losa.

RELACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA OPERACIÓN DE CIMBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
EQUIPO.			
CAMIONETA PICK-UP (CON ROLL-BAR Y JALÓN)	PZA.	1	TRANSPORTE CIMBRA Y MATERIALES
LAVADORA DE PRESION.	PZA.	1	MARCA KÄRCHER O SIMILAR, 125 LB
EQUIPO ELECTROGENO MAXILITE CON PLANTA DE GASOLINA	PZA.	1	COLADOS DE NOCHE
VIBRADORES DE CONCRETO DE 1"	PZA.	1	MARCA WACKER O SIMILAR
VIBRADOR DE CONCRETO DE 1 1/2"	PZA.	2	MARCA WACKER O SIMILAR
PIPA DE 500 L	PZA.	1	ALIMENTACIÓN LAVADORA
MATERIALES.			
CIZAYAS 24"	PZA.	4	HABILITADO ACERO
ASPERSORA	PZA.	4	CURACRETO Y DIESEL
MARROS DE GOMA DE 2 LIBRAS	PZA.	4	BAJADA CONCRETO
CARRETILLAS SEMIHONDAS	PZA.	2	TRANSPORTE MATERIALES
CUBETAS VACÍAS DE 19 LTS.	PZA.	10	RECOLECCIÓN ACCESORIOS CIMBRA
ESTOPA	KG.	2	POR USO (UNIFAMILIAR), APLICACIÓN DESMOLDANTE
CORTADORA DE VARILLA MANUAL 3/4 "	PZA.	2	HABILITADO ACERO
JALADORES DE MANGO LARGO	PZA.	2	LIMPIEZA
GUANTES DE CARNAZA	PAR.	20	SEGURIDAD
BARRAS DE LÍNEA DE 6 PIES.	PZA.	2	CALZADO PANELES
PALAS PARA CONCRETO	PZA.	6	COLADO
ZAPAPICOS	PZA.	2	ARRASTRES
PERFIL TUBULAR LIGERO DE 2" X 4"	TRAMO 2 M	2	PARA REGLAS DE COLADO
RODILLO DE FELPA	PZA.	8	APLICACIÓN DESMOLDANTE Y CURACRETO EN SU CASO
ESPÁTULA CON MANGO	PZA.	4	LIMPIEZA CIMBRA
BOTAS DE HULE NO. 8	PAR.	10	COLADO
POLIN DE MADERA DE 2DA. 4"X 4"X8'	PZA.	30	PARA ARRASTRE DE CIMBRA, BANCOS Y ESCALERAS
BARROTE DE 1"X3"X8'	PZA.	24	BANCOS Y ESCALERAS
DUELA DE 1"X12"X8'	PZA.	12	BANCOS
TABLONES DE 1 1/2"X12"X10'	PZA.	30	BANCOS Y ANDAMIOS
CLAVO DE 4"	KG.	25	BANCOS, ESCALERAS, ANDAMIOS, ARRASTRE
CLAVO DE 2 1/2"	KG.	25	BANCOS, ESCALERAS, ANDAMIOS, ARRASTRE
CEPILLOS DE ALAMBRE	PZA.	4	LIMPIEZA CIMBRA
FIBRA METÁLICA	KG.	6	POR USO (UNIFAMILIAR), LIMPIEZA CIMBRA
DIESEL	LT.	10	POR USO (UNIFAMILIAR), LUBRICADO CIMBRA
GASOLINA	LT.	5	POR USO (UNIFAMILIAR), PLANTA
ENGRAPADORAS	PZA.	2	PARA FUNDAS DE CORBATAS (2000 GRAPAS POR USO)
TUBO GALVANIZADO DE 1/2"	M	6	HABILITADO ACERO
TUBO GALVANIZADO DE 3/4"	M	4	HABILITADO ACERO
GRIFAS DE 1/2"	PZA.	4	HABILITADO ACERO
BIDÓN DE 20 L	PZA.	4	DIESEL Y GASOLINA
AGUA	LT.	200	POR USO (UNIFAMILIAR)
GUILLOTINA PARA ALAMBRE	PZA.	2	HABILITADO ACERO
CIZAYAS DE 12"	PZA.	2	HABILITADO ACERO
ÁNGULO DE 2 1/2"X2 1/2"X1/4"	TRAMO 6 M	36	ALINEADORES CIMBRA
ÁNGULO DE 2"X2"X3/16"	TRAMO 6 M	6	ARRASTRE CIMBRA PLANTA ALTA
BULTOS DE CEMENTO	PZA.	2	POR USO (UNIFAMILIAR)
CRUCETAS 10 CM	PZA.	600	POR USO, MUROS (UNIFAMILIAR)
CALZAS 2 CM	PZA.	70	POR USO, LOSA AZOTEA (UNIFAMILIAR)
CALZAS 3 CM	PZA.	70	POR USO, LOSA ENTREPISO, LECHO INFERIOR (UNIFAMILIAR)
CALZAS 9 CM	PZA.	35	POR USO, LOSA ENTREPISO, LECHO SUPERIOR (UNIFAMILIAR)
CALZAS 7.5 CM	PZA.	70	POR USO, LOSA CIMENTACIÓN (UNIFAMILIAR)

1.4.4. Recomendaciones Generales

I. Armado

Previo al inicio de colocación de la cimbra, se deben trazar sobre la losa (cimentación o entrepiso) las líneas en las que asentaría la cara exterior de los paneles (pañó del muro + 5.5 cm.). También deben efectuarse los arrastres, sea con polines o perfiles tubulares (planta baja) o con ángulos colocados sobre los andamios (planta alta).

Las piezas de la cimbra se rotularán diferenciando piezas de muro de piezas de losa, así como interiores, exteriores, de planta baja y alta con distintos colores. Siempre deberá armarse en la misma secuencia, verificándose ello con la nomenclatura.

Previo al cerrado de los muros, se deberá verificar la correcta colocación de las instalaciones, asegurando el contacto con la cimbra de chalupas, cajas de distribución y remate de instalaciones de agua. En el caso de las chalupas, se deberán fijar sobre dos puentes de pedacería de desperdicio de acero fijados a la malla, debidamente bloqueadas con papel o poliestireno asegurando el contacto con la cimbra. Las instalaciones

hidráulicas se fijarán del mismo modo al acero de los muros, sellando sus extremos con cinta de aislar para evitar la intromisión de concreto, y asegurándose plenamente del contacto con la cimbra.

La colocación de las corbatas (separadores de acero) debe hacerse de manera simultánea con los pasadores (pins), sean éstos cortos o largos. Se debe contar con cubetas suficientes (19 l) e instruir a un ayudante para que recoja todos los accesorios que pudieran estar tirados en el piso y clasificarlos en distintas cubetas.

Se debe colocar a todas las corbatas fundas de poliestireno espumoso, que se fabrican cortando del rollo de material recuadros de 10 x 10 cm y cerrándolos sea con grapas o con calor.

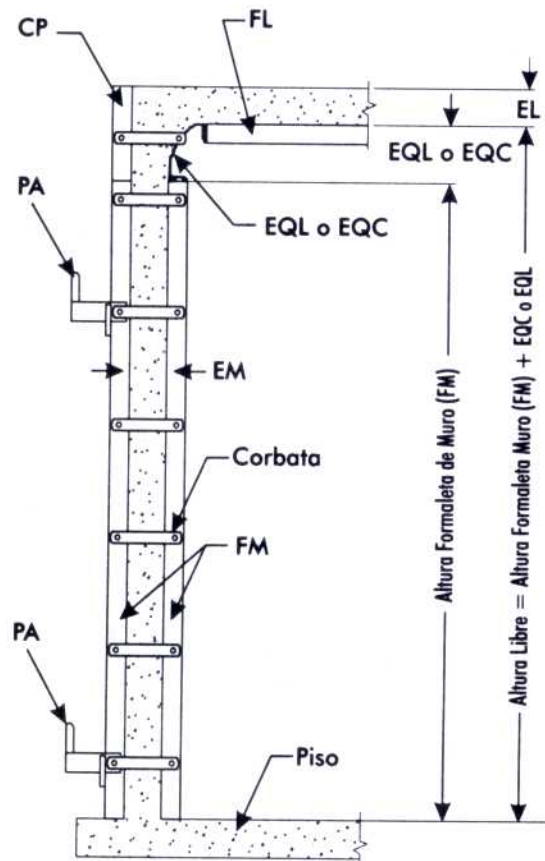
Previo al cerrado de los muros, se debe verificar la correcta colocación de las crucetas (o discos) de plástico. Éstas se colocan a cada 4 cuadros de la malla, iniciando dos cuadros hacia abajo y dos hacia adentro de una de las esquinas superiores, colocando la línea inferior siguiente en tresbolillo. Se recomienda hacer una cita previa con el proveedor de los separadores para una capacitación respecto al modo de colocación.

Simultáneamente con el cerrado de los muros pueden comenzar a habilitarse el acero y las instalaciones de la losa. Nunca debe usarse la cimbra como escalera, deben comprarse o fabricarse escaleras para el acceso a la losa.

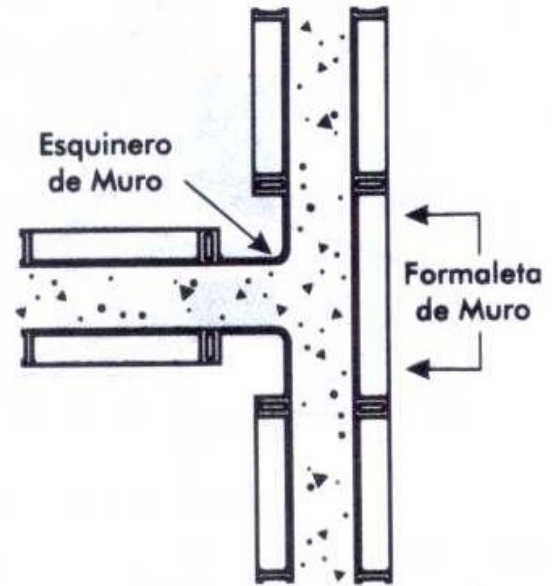
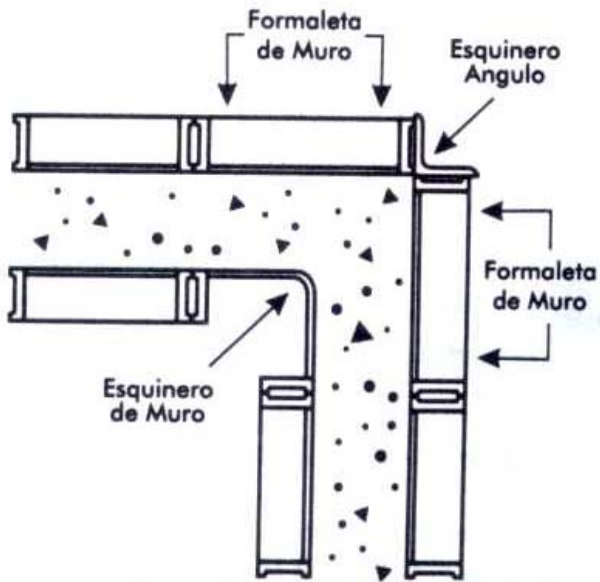
Una vez cerrado el molde deben verificarse los niveles, plomos y dimensiones de vanos con la ayuda del topógrafo y el cadenero. Cualquier irregularidad debe solucionarse con los puntales extensibles, los gatos de vanos y en su caso calzando la cimbra para corregir posibles irregularidades en la losa de cimentación.

II. Esquemas de armado

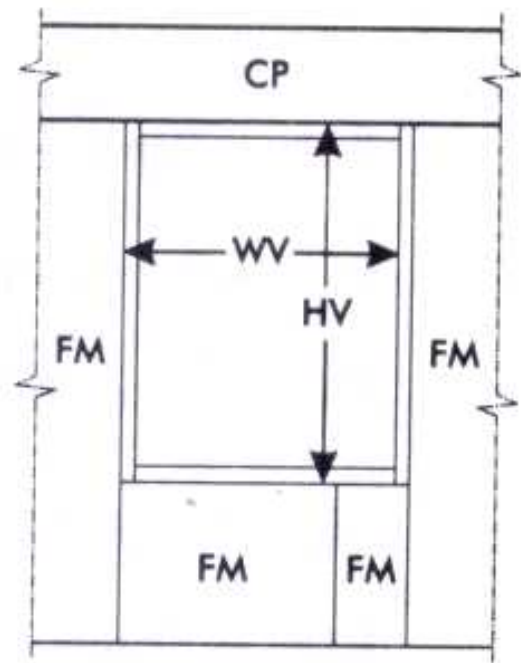
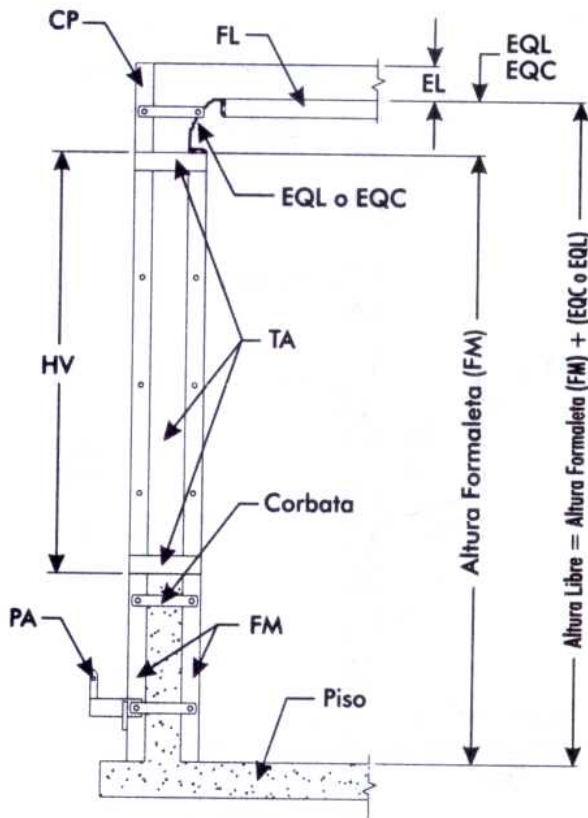
Montaje muro-losa



Esquinas en "L" y en "T"

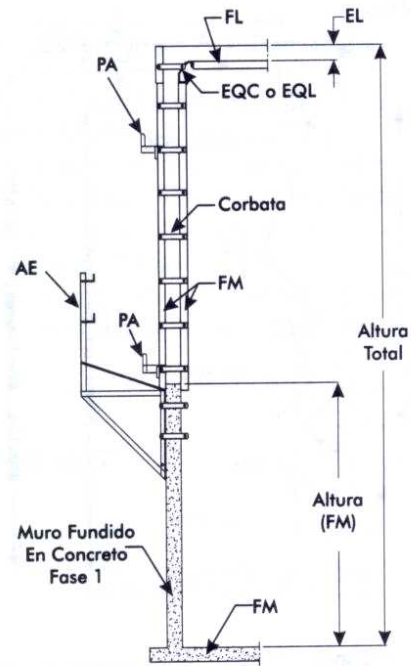
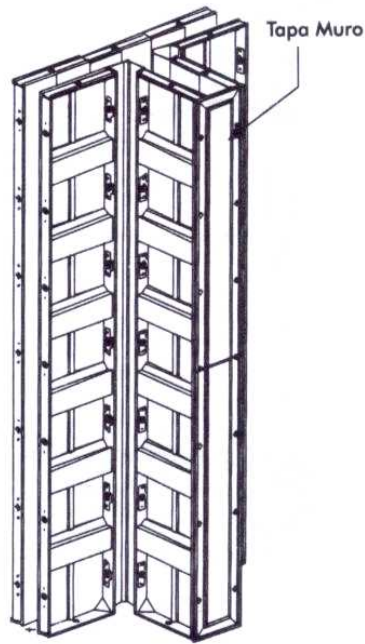


Armado de ventanas

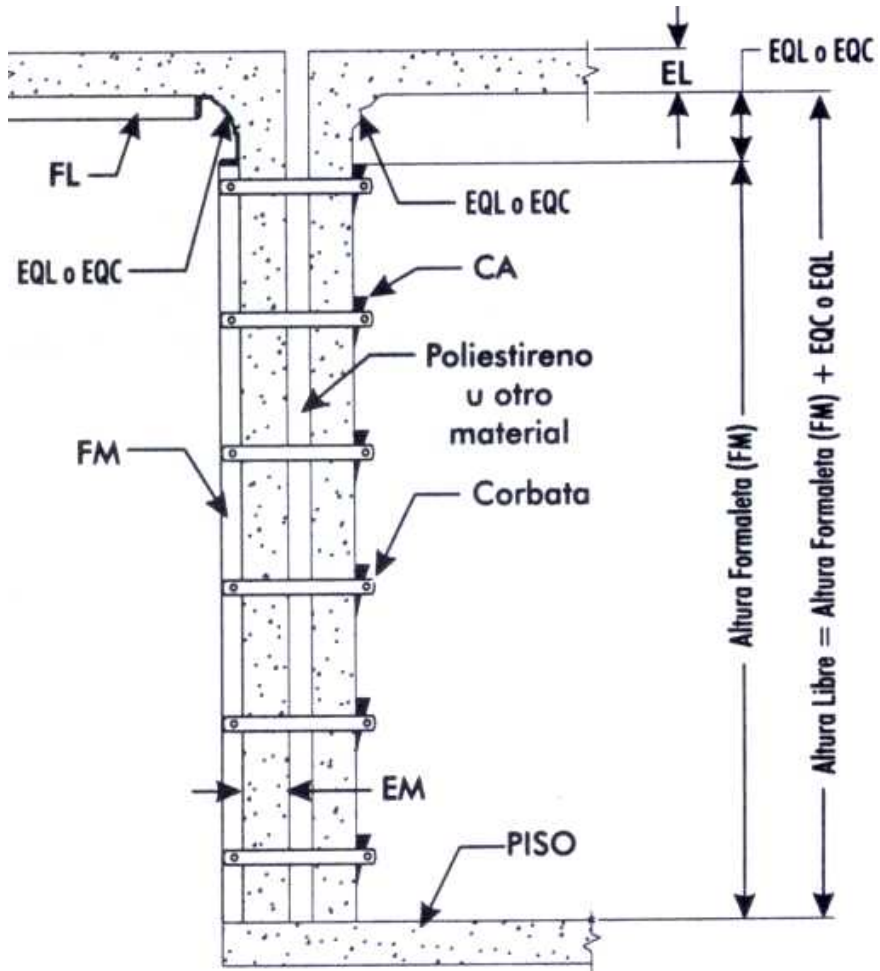


Tapa – muros (ventanas, puertas y mochetas)

Armado plantas altas



Junta constructiva



III. Colado

Previo al colado, deberá aplicarse en toda la cara expuesta de la cimbra (bastidores) diesel con aspersor, que lubricará al equipo para evitar que se le adhiera el concreto.

Se debe contar con vibradores, eléctricos o de gasolina, con cabezal mínimo de $\frac{3}{4}$ " y máximo de $1\frac{1}{2}$ ", así como con el suministro de energía (planta de gasolina o bajada de instalación eléctrica de urbanización) para alimentar tanto a los vibradores como a la lavadora a presión.

Se debe colar por mitades de elemento, vibrando hasta el fondo y ayudando al concreto a bajar con los marros de goma, que no deben golpear nunca sobre la cara de contacto, pudiendo sí hacerlo sobre el bastidor.



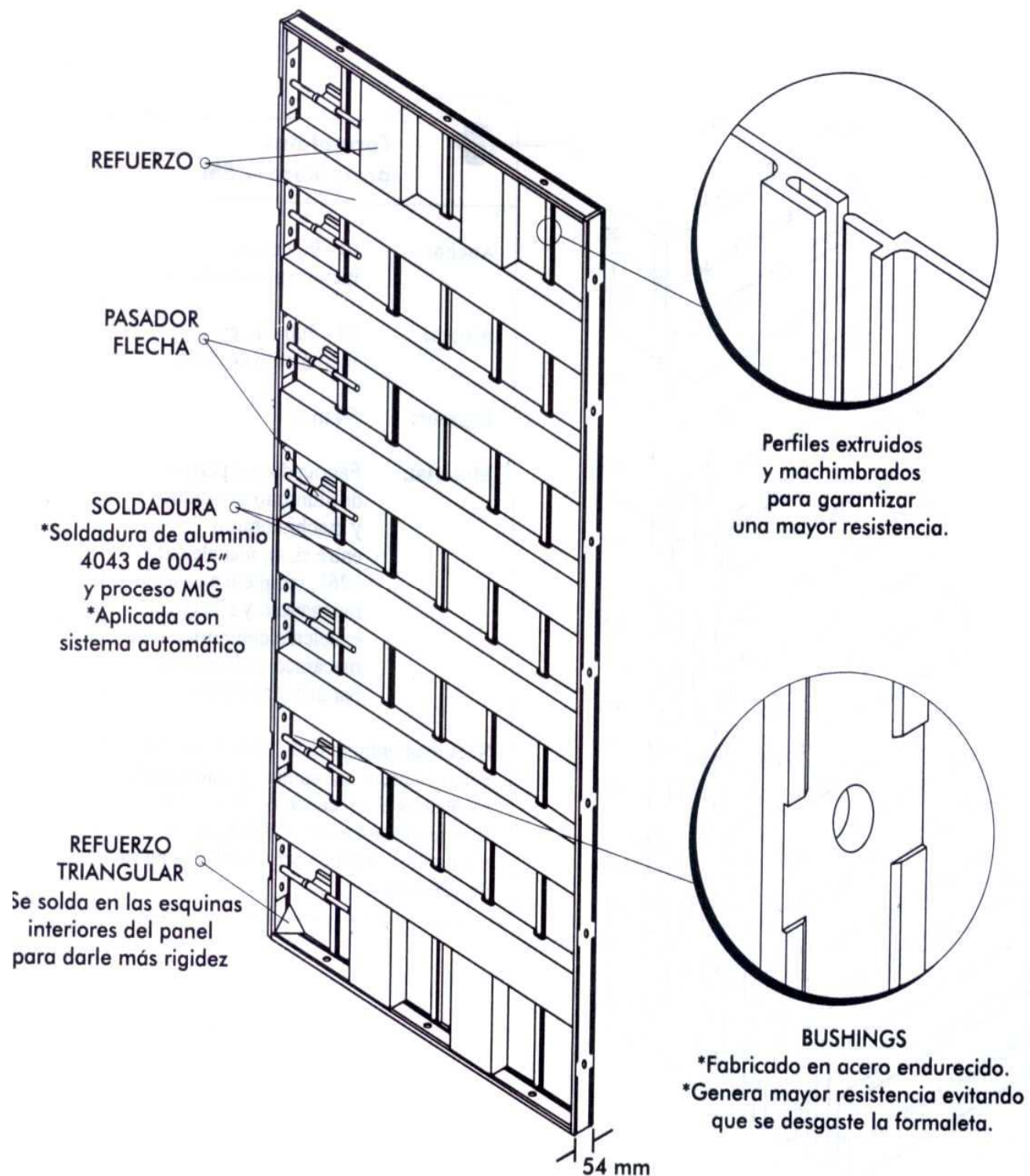
Durante todo el proceso de colado, se debe lavar la cimbra por fuera con la lavadora a presión, removiendo toda la lechada que pudiera haber escurrido.

Se recomienda para los muros un concreto fluido, con revenimiento 16 ó 18. Para la losa se recomienda un concreto de resistencia rápida (70% de la resistencia garantizada a 72 horas).

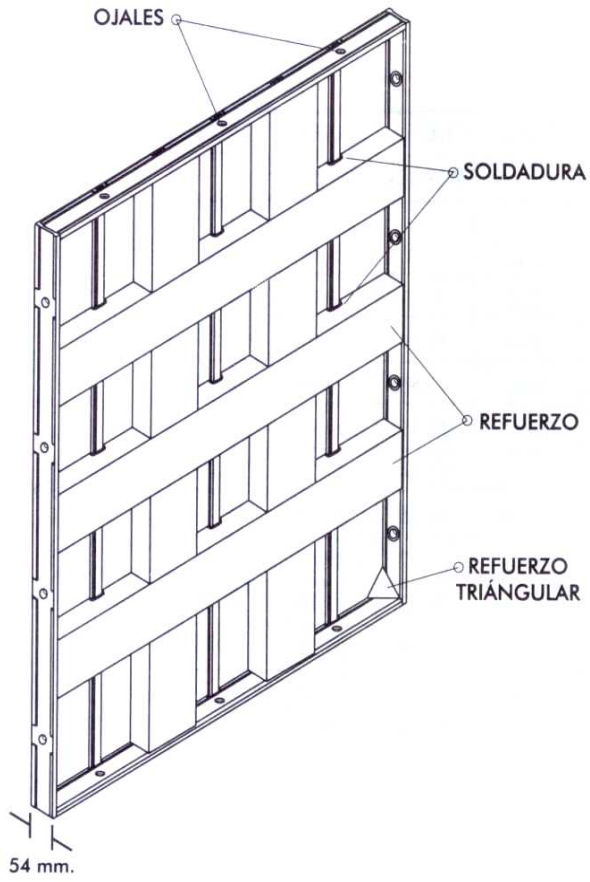
1.4.5. Piezas que componen el sistema

I. Paneles

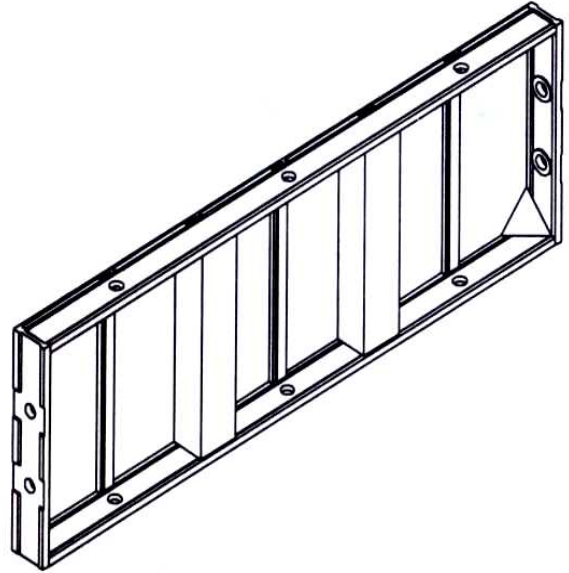
Panel de muro



Panel de losa



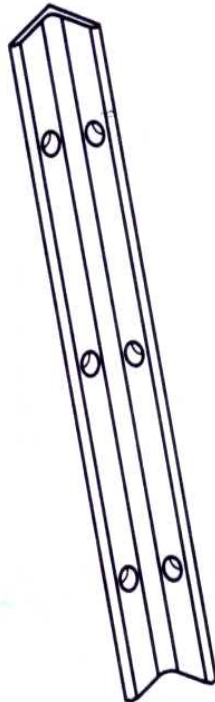
Caps (cerramiento exterior)



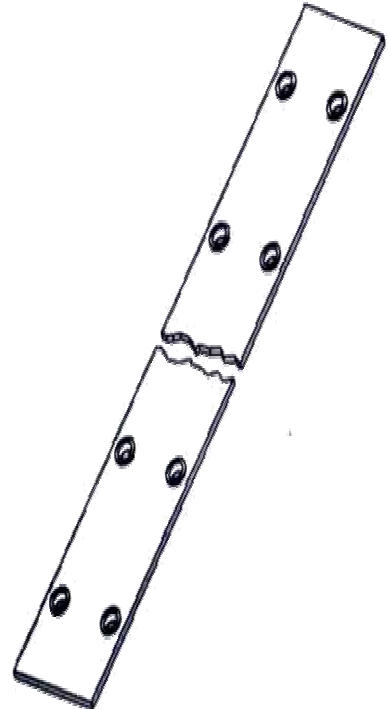
Esquinero de muro



Ángulo esquinero

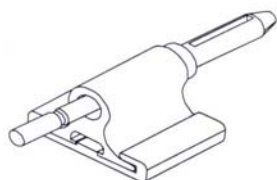


Tapa muro

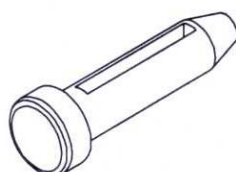


II. Accesorios

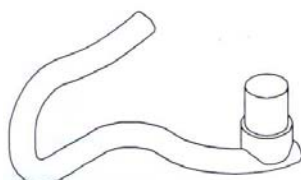
Pasador flecha



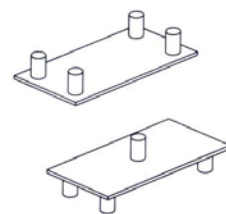
Pasador corto



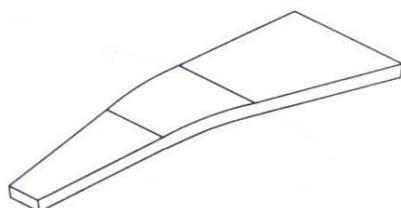
Pasador grapa



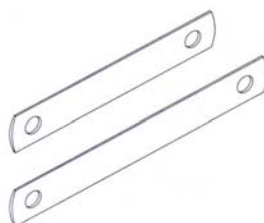
Base para gato



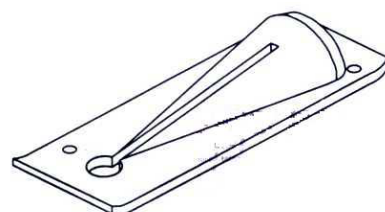
Cuña para pasador



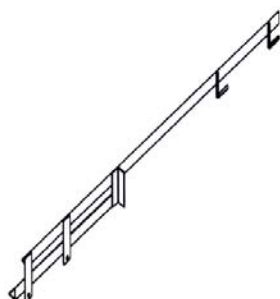
Corbatas (sencilla y doble)



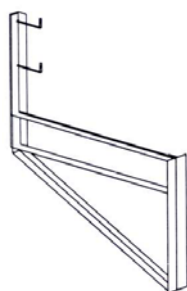
Cuña en ángulo



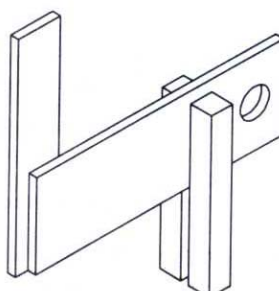
Andamio de seguridad



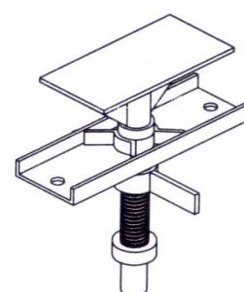
Andamio



Porta alineador

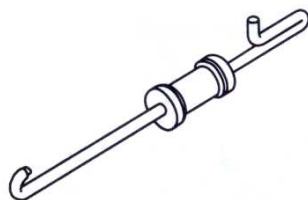


Puntal nivelador

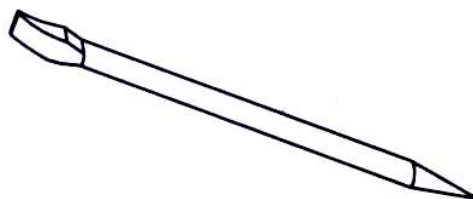


III. Herramientas

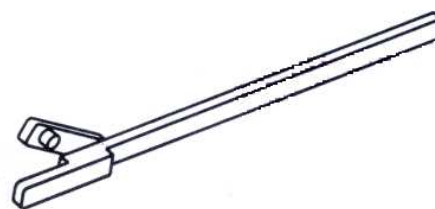
Saca corbatas



Barreta corta



Saca paneles



Anexo 1.5

ANALISIS DE COSTOS

1.5.1. Rendimientos

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
----------	--------	----------	-------	---------

Análisis: 1	m			
Colocación de cimbra perimetral en losas de entepiso y azotea, con peralte de 15 cm, colocando troqueles y elementos de fijación. El precio incluye: acarreos y mano de obra				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes)	m/jor	50		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.01	\$1,673.12	\$16.73
%MO	%MO	0.03	\$16.73	\$0.50
				\$17.23

Análisis: 2	m²			
Colocación de cimbra de contacto y apuntalamiento de madera para losa aligerada, el precio incluye: acarreos y mano de obra.				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	m ² /jor	25		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.04	\$1,673.12	\$66.92
%MO	%MO	0.03	\$66.92	\$2.01
				\$68.93

Análisis: 3	Kg			
Habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 2, Fy=4200 kg/cm ² , en losas y trabes, el precio incluye: mano de obra, acarreos, habilitado y colocación del material.				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	kg/jor	75		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.013	\$1,673.12	\$22.31
%MO	%MO	0.03	\$22.31	\$0.67
				\$22.98

Análisis: 4	Kg			
Habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 3, Fy=4200 kg/cm ² , en losas y trabes, el precio incluye: mano de obra, acarreos, habilitado y colocación del material.				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	Kg/jor	85		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.012	\$1,673.12	\$19.68
%MO	%MO	0.03	\$19.68	\$0.59
				\$20.27

Análisis: 5	Kg			
Habilitado y colocación de acero de refuerzo del No. 4, $F_y=4200$ kg/cm ² , en losas y trabes, el precio incluye: mano de obra, acarreo, habilitado y colocación del material				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	m ² /jor	100		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.01	\$1,673.12	\$16.73
%MO	%MO	0.03	\$16.73	\$0.50
				\$17.23

Análisis: 6	m²			
Colocación de malla electrosoldada 6x6-10/10, $F_y=5000$ kg/cm ² en losas, el precio incluye: mano de obra, acarreo, habilitado y colocación del material				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	m/jor	125		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.008	\$1,673.12	\$13.38
%MO	%MO	0.03	\$13.38	\$0.40
				\$13.79

Análisis: 7	m³			
Colocación de concreto premezclado resistencia normal, $f'c=200$ kg/cm ² , agregado máximo de 3/4", revenimiento 14+/- 2.5 (bombeable) en losas y trabes. El precio incluye: mano de obra, acarreo, habilitado y colocación del material.				
Cuadrilla (1 Of. + 2 Aytes.)	m ³ /hr	2.5		
Mano de obra				
Cuadrilla	jor	0.15	\$1,673.12	\$250.97
%MO	%MO	0.03	\$250.97	\$7.53
				\$258.50

1.5.2. Análisis de precios unitarios

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	1		
Análisis:		m			
Impermeabilización para desplante de muro block de 20 cm de altura a base de 2 capas de emulsión asfáltica y 1 capa de membrana. Incluye: materiales, herramienta y mano de obra.					
Materiales					
	Primercreto S	lt	\$26.45	0.084000	\$2.22
	Vaporcreto	lt	\$21.73	0.420000	\$9.13
	Flexocreto 100 (Membrana de refuerzo)	m ²	\$3.16	0.420000	\$1.33
Subtotal:	Materiales				\$12.68
Mano de obra					
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.019000	\$12.18
Subtotal:	Mano de obra				\$12.18
Total					\$24.86

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	2		
Análisis:		m			
Armex de 12 x 12 -4 para castillos K1. Incluye: habilitado, mano de obra y herramienta, desperdicios y traslapes.					
Materiales					
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.100000	\$1.05
	Armex 12 x 12 -4	m	\$11.77	1.050000	\$12.36
Subtotal:	Materiales				\$13.41
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.014000	\$8.69
Subtotal:	Mano de obra				\$8.69
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$8.69	0.030000	\$0.26
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.26
Total					\$22.36

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	3		
Análisis:		kg			
Acero de refuerzo para castillo K0, Fy=4200 kg/cm2, #3 (3/8") de diámetro. Incluye: materiales, mano de obra, traslapes, fletes y acarrees.					
Materiales					
	Acero de refuerzo #3 (3/8") de diámetro	kg	\$7.26	0.588000	\$4.27
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.040000	\$0.42
Subtotal:	Materiales				\$4.69
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.005000	\$3.10
Subtotal:	Mano de obra				\$3.10
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$3.10	0.030000	\$0.09
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.09
Total					\$7.88

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	4		
Análisis:		m			
Armado en castillo K2 con 4 varillas del #3 y estribos del #2 (1/4") de diámetro @ 20 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, materiales, mano de obra y herramientas.					
Materiales					
	Acero de refuerzo #3 (3/8") de diámetro	kg	\$7.26	2.352000	\$17.08
	Alambre recocido # 18	kg	\$10.50	0.037800	\$0.40
	Alambrón de #2 (1/4") de diámetro	kg	\$9.67	1.300000	\$12.57
Subtotal:	Materiales				\$30.04
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.033333	\$20.69
Subtotal:	Mano de obra				\$20.69

Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano de obra	(%)mo	\$20.69	0.030000	\$0.62
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.62
Total					\$51.35

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	5		
Análisis:		m ²			
Muro block de concreto ligero 12x20x40 cm, de 12 cm de espesor, asentado con mezcla de mortero cem-plovo de piedra 1:3 junta de 1 cm de espesor, acabado común, hasta una altura de 2.4 m. Incluye: acarreos.					
Materiales					
	Block de concreto de 12x20x40 cm	pza	\$4.17	11.875000	\$49.52
Subtotal:	Materiales				\$49.52
Básicos					
	Mortero cemento-polvo de piedra 1:3	m ³	\$1,101.26	0.012000	\$13.22
Subtotal:	Básicos				\$13.22
Mano de obra					
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.083333	\$53.43
Subtotal:	Mano de obra				\$53.43
Equipo y herramienta					
	Andamios	(%) mo	\$53.43	0.030000	\$1.60
	Herramienta de mano	(%) mo	\$53.43	0.030000	\$1.60
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$3.21
Subcontratos					
	Descarga block	ton	\$22.40	0.083333	\$1.87
Subtotal:	Subcontratos				\$1.87
Total					\$121.23

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	6		
Análisis:		m			
Colado de castillo K0 ahogado en 1 celda en muro de block de 12x20x40 cm fabricado a base de mortero cemento arena 1:3 reforzado con 1 varilla de 3/8" anclada en la cimentación. Incluye: fabricado del mortero, colado, materiales, herramienta y mano de obra.					
Básicos					
	Mortero cemento-polvo de piedra 1:3	m ³	\$1,101.26	0.010602	\$11.68
Subtotal:	Básicos				\$11.68
Mano de obra					
	Albañilería	jor	\$641.13	0.020800	\$13.34
Subtotal:	Mano de obra				\$13.34
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$13.34	0.030000	\$0.40
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.40
Total					\$25.41

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	7		
Análisis:		m			
Colado de castillo K1 de 12x12 cm de concreto f'c=150 kg/cm2. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.					
Materiales					
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.057200	\$0.60
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.007600	\$2.13
	Barrote de madera 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.100000	\$3.00
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.180500	\$2.67
	Desmoldante Curacreto	lt	\$18.40	0.037500	\$0.69
Subtotal:	Materiales				\$9.09
Básicos					
	Concreto F'c=150 kg/cm2 hecho en obra	m ³	\$772.13	0.016416	\$12.68
Subtotal:	Básicos				\$12.68
Mano de obra					
Cuadrilla 003	1 Of. carp. O. N. + 1 Ayte. carp. O. N.	jor	\$665.14	0.040200	\$26.74
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.010400	\$6.67
Subtotal:	Mano de obra				\$33.41
Total					\$55.17

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	8		
Análisis:		m			
Colado de castillo K2 de 12x 12 cm de concreto F'c= 150 kg/cm2. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación de concreto, colado, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.					
Materiales					
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.057200	\$0.60
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.007600	\$2.13
	Barrote de madera de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.100000	\$3.00
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.180500	\$2.67
	Desmoldante Curacreto	lt	\$18.40	0.037500	\$0.69
Subtotal:	Materiales				\$9.09
Básicos					
	Concreto F'c=150 kg/cm2 hecho en obra	m ³	\$772.13	0.016416	\$12.68
Subtotal:	Básicos				\$12.68
Mano de obra					
Cuadrilla 003	1 Of. carp. O. N. + 1 Ayte. carp. O. N.	jor	\$665.14	0.040200	\$26.74
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.010400	\$6.67
Subtotal:	Mano de obra				\$33.41
Total					\$55.17

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	9		
Análisis:		m ²			
Junta de construcción en muros a base de placas de polietileno de 5 cm de espesor. Incluye: materiales, mano de obra, desperdicios, acarrees y fletes.					
Materiales					
	Polietileno de 5 cm de espesor de baja densidad	m ²	\$33.05	1.120000	\$37.02

Subtotal:	Materiales				\$37.02
Mano de obra					
Cuadrilla 001	Cuadrilla general	jor	\$257.14	0.014800	\$3.81
Subtotal:	Mano de obra				\$3.81
Total					\$40.82

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	10		
Análisis:		m			
Cerramiento CR-1 de 12x26 cm de concreto F'c=150 kg/cm2, reforzado con armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, hanilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.					
Materiales					
	Armex 12x25-4	m	\$22.97	1.050000	\$24.12
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.011180	\$3.13
	Barrote de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.100000	\$3.00
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.115400	\$1.71
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.008580	\$0.09
	Desmoldante curacreto	lt	\$18.40	0.062500	\$1.15
Subtotal:	Materiales				\$33.20
Mano de obra					
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.033333	\$21.37
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.012500	\$7.76
Cuadrilla 003	1 Of. Carp. O. N. + 1 Ayte. Carp. O. n.	jor	\$665.14	0.020800	\$13.83
Subtotal:	Mano de obra				\$42.96
Básicos					
	Concreto F'c=150 kg/cm2	m ³	\$772.13	0.035568	\$27.46
Subtotal:	Básicos				\$27.46
Equipo y herramienta					
	Andamio	hr	\$7.27	0.370000	\$2.69
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$2.69
Total					\$106.31

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	11		
Análisis:		m			
Cerramiento CR-2 de 12x21 cm de concreto, F'c= 150 kg/cm2, reforzado con Armex de 12x20-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.					
Materiales					
	Armex de 12x20-4	m	\$12.83	1.050000	\$13.47
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.009030	\$2.53
	Barrote de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.100000	\$3.00
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.115400	\$1.71
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.008600	\$0.09
	Desmoldante Curacreto	lt	\$18.40	0.062500	\$1.15
Subtotal:	Materiales				\$21.95
Mano de obra					
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.033333	\$21.37
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.012500	\$7.76
Cuadrilla 003	1 Of. Carp. O. N. + 1 Ayte. Carp. O. n.	jor	\$665.14	0.020800	\$13.83

Subtotal:	Mano de obra				\$42.96
Básicos					
	Concreto F'c=150 kg/cm2	m ³	\$772.13	0.028728	\$22.18
Subtotal:	Básicos				\$22.18
Equipo y herramienta					
	Andamio tubular	hr	\$7.27	0.370000	\$2.69
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$2.69
Total					\$89.78

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	12		
Análisis:		m			
Cerramiento CR-3 de 12x30 de concreto F'c= 150 kg/cm2, reforzado con Armex 12x25-4. Incluye: habilitado y colocación de acero, habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, fabricación del concreto, colado, herramienta, equipo, andamios, materiales y mano de obra.					
Materiales					
	Armex de 12x20-4	m	\$12.83	1.050000	\$13.47
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.012900	\$3.61
	Barrote de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.100000	\$3.00
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.115400	\$1.71
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.008600	\$0.09
	Desmoldante Curacreto	lt	\$18.40	0.062500	\$1.15
Subtotal:	Materiales				\$23.03
Mano de obra					
Cuadrilla 002	Albañilería	jor	\$641.13	0.033333	\$21.37
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.012500	\$7.76
Cuadrilla 003	1 Of. Carp. O. N. + 1 Ayte. Carp. O. n.	jor	\$665.14	0.020800	\$13.83
Subtotal:	Mano de obra				\$42.96
Básicos					
	Concreto F'c=150 kg/cm2	m ³	\$772.13	0.068400	\$52.81
Subtotal:	Básicos				\$52.81
Equipo y herramienta					
	Andamio tubular	hr	\$7.27	0.370000	\$2.69
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$2.69
Total					\$121.50

Código	Concepto	Unidad	Costo	antidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	13		
Análisis:		m ²			
Malla electrosoldada 6x6-6/6 como refuerzo de compresión en la losa. Incluye: habilitado y colocación de malla, amarres, traslapes, separadores, materiales, herramienta y mano de obra.					
Materiales					
	Malla electrosoldada 6x6/6-6	m ²	\$17.10	1.150000	\$19.67
	Alambre recocido #18	kg	\$10.50	0.050000	\$0.53
	Cilindro para malla CM060	pza	\$0.44	1.000000	\$0.44
Subtotal:	Materiales				\$20.63
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.014286	\$8.87
Subtotal:	Mano de obra				\$8.87

Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$8.87	0.030000	\$0.27
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.27
Total					\$29.76

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	14		
Análisis:		m			
Armado de trabe T1 a base de Armex 12x25-4 reforzado con 1 varilla del #3 en el lecho superior. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta					
Materiales					
	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2, #3 (3/8") de diámetro	kg	\$7.26	0.588000	\$4.27
	Armex 12x25-4	m	\$22.97	1.050000	\$24.12
	Alambre recocado #18	kg	\$10.50	0.085800	\$0.90
Subtotal:	Materiales				\$29.29
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.012500	\$7.76
Subtotal:	Mano de obra				\$7.76
Equipo y herramienta					
	Andamio tubular	hr	\$7.27	0.106640	\$0.78
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.78
Total					\$37.82

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	15		
Análisis:		m			
Armado de trabe T2 con 2 varillas del #3 en el lecho superior y 2 en el lecho inferior con estribos de 1/4" @ 15 y 7 cm. Incluye: habilitado y armado, traslapes, amarres, andamios, materiales, mano de obra y herramienta.					
Materiales					
	Acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2. No. 3 (3/8") de diámetro	kg	\$7.26	3.290000	\$23.89
	Alambre recocado #18	kg	\$10.50	0.075504	\$0.79
	Alambrón de 1/4"	kg	\$9.67	2.500000	\$24.18
Subtotal:	Materiales				\$48.85
Mano de obra					
Cuadrilla 004	Acero de refuerzo	jor	\$620.56	0.033333	\$20.69
Subtotal:	Mano de obra				\$20.69
Equipo y herramienta					
	Andamio tubular	hr	\$7.27	0.133320	\$0.97
	Herramienta de mano	(%) mo	\$20.69	0.030000	\$0.62
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$1.59
Total					\$71.13

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	16		
Análisis:		mod			
Suministro y colocación de módulo de vigueta y bovedilla de poliestireno. Incluye: montaje de vigueta y colocación de bovedilla, materiales, herramienta y mano de obra.					
Materiales					
	Vigueta tipo 1	m	\$34.00	74.560000	\$2535.04
	Bovedilla de poliestireno de 60x13x120 cm	pza	\$68.48	75.000000	\$5136.00
Subtotal:	Materiales				\$7,671.04
Mano de obra					
Cuadrilla 005	1 Of. Alb. + 1 Ayte. alb.	jor	\$857.13	2.900000	\$2485.68
Subtotal:	Mano de obra				\$2,485.68
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$2,485.68	0.030000	\$74.57
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$74.57
Total					\$10,231.29

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	17		
Análisis:		m ²			
Cimbra de losa de vigueta y bovedilla a base de madriñas de 4"x4" y pies derechos metálicos. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, materiales, herramienta y mano de obra.					
Materiales					
	Polín de 3 1/2"x 3 1/2" x 8'	pza	\$53.00	0.024397	\$1.29
	Pies derechos de 2.4 m de alto	pza	\$219.55	0.003100	\$0.68
	Barrote de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.005136	\$0.15
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.025680	\$0.38
	Clavo de 4"	kg	\$14.80	0.006420	\$0.10
Subtotal:	Materiales				\$2.60
Mano de obra					
Cuadrilla 000	1 Of. Carp. O. N. + 1 Ayte carp. O. N.	jor	\$881.14	0.040765	\$35.92
Subtotal:	Mano de obra				\$35.92
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%) mo	\$35.92	0.030000	\$1.08
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$1.08
Total					\$39.60

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	18		
Análisis:		m ²			
Cimbra perimetral en losa. Incluye: habilitado de cimbra, cimbrado, descimbrado, herramienta, andamios, materiales y mano de obra.					
Materiales					
	Triplay de 3/4"x1.22x2.44 m	pza	\$280.00	0.022400	\$6.27
	Barrote de madera de 2"x4"x8'	pza	\$30.00	0.112000	\$3.36
	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80	0.115380	\$1.71
	Desmoldante curacreto	lt	\$18.40	0.125000	\$2.30
Subtotal:	Materiales				\$13.64

Mano de obra					
Cuadrilla 003	1 Of. Carp. O. N. + 1 Ayte. Carp. O. N.	jor	\$665.14	0.055555	\$36.95
Subtotal:	Mano de obra				\$36.95
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%)mo	\$36.95	0.030000	\$1.11
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$1.11
Total					\$51.70

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	19		
Análisis:		m ³			
Concreto F'c= 200 kg/cm2 rev-14, en losa. Incluye: colocación de concreto, nivelación, materiales, herramienta, equipo y mano de obra.					
Materiales					
	Concreto premezclado f'c=200 kg/cm2	m ³	\$950.54	1.000000	\$950.54
	Servicio de bomba telescópica de 28 m	m ³	\$145.64	1.000000	\$145.64
Subtotal:	Materiales				\$1,096.18
Mano de obra					
Cuadrilla 006	1 Of. + 2 Aytes. Generales	jor	\$1,673.12	0.037385	\$62.55
Subtotal:	Mano de obra				\$62.55
Equipo y herramienta					
	Vibrador para concreto Elba	hr	\$45.53	0.333000	\$15.16
%MO16	Herramienta de mano	(%) mo	\$62.55	0.030000	\$1.88
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$17.04
Total					\$1,175.77

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe
Partida:		Análisis No.:	20		
Análisis:		m ²			
Curado de losa de concreto a base de agua. Incluye: materiales y mano de obra.					
Materiales					
	Agua para obra	m ³	\$25.00	0.010000	\$0.25
Subtotal:	Materiales				\$0.25
Mano de obra					
Cuadrilla 001	Cuadrilla general	jor	\$257.14	0.010671	\$2.74
Subtotal:	Mano de obra				\$2.74
Equipo y herramienta					
%MO16	Herramienta de mano	(%) mo	\$2.74	0.030000	\$0.08
Subtotal:	Equipo y herramienta				\$0.08
Total					\$3.08

1.5.3. Explosión de insumos

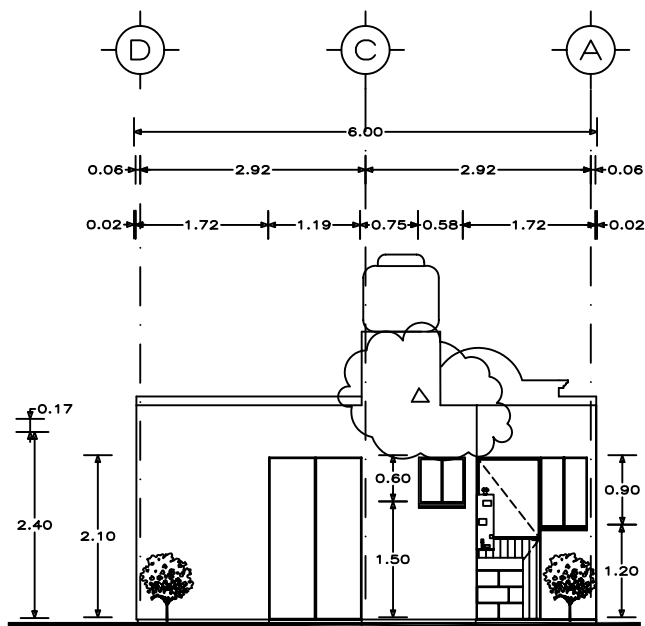
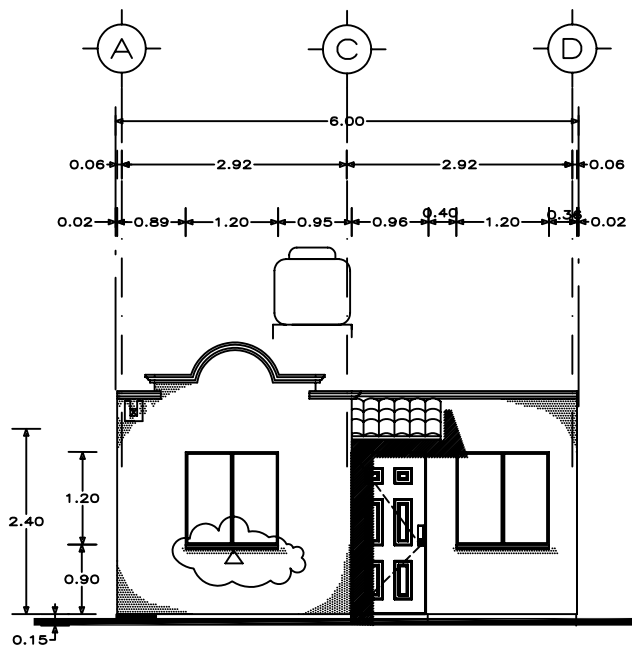
Código	Descripción	Unidad	Precio Unitario
INS-0001	Cuadrilla 01 (1 Of + 2 Aytes generales)	jor	\$1,673.12
INS-0002	Cuadrilla 02 (1 Of Carp. ON + 2 Aytes. Carp. ON)	jor	\$881.14
INS-0003	Cuadrilla 03 (Albañilería)	jor	\$641.13
INS-0004	Cuadrilla 04 (Acero de refuerzo)	jor	\$620.56
INS-0005	Cuadrilla 05 (1 Of Carp. ON + 2 Aytes. Carp. ON)	jor	\$665.14
INS-0006	Cuadrilla 06 (Cuadrilla general)	jor	\$257.14
INS-0007	Cuadrilla 07 (1 Of. albañil + 1 Ayte. albañil)	jor	\$857.13
INS-0008	Acero de refuerzo de 5/16	kg	\$8.80
INS-0009	Acero de refuerzo del No. 2, fy=4200 Kg/cm ²	kg	\$9.13
INS-0010	Acero de refuerzo del No. 3, fy=4200 Kg/cm ²	kg	\$6.50
INS-0011	Acero de refuerzo del No. 4, fy=4200 Kg/cm ²	kg	\$6.50
INS-0012	Acero de refuerzo de fy= 4200 No. 3	kg	\$7.26
INS-0013	Agua	m ³	\$26.09
INS-0014	Agua potable	m ³	\$25.00
INS-0015	Alambre galvanizado calibre 14	kg	\$16.80
INS-0016	Alambre recocido #18	kg	\$10.50
INS-0017	Alambrón de 1/4"	ton	\$9,672.73
INS-0018	Alambrón de No. 2 (1/4")	kg	\$9.67
INS-0019	Andamio	Hr	\$7.27
INS-0020	Aplanado en plafón con cemento:arena 1:4	m ²	\$71.11
INS-0021	Apuntalamiento para sistema de vigueta y bovedilla	m ²	\$6.57
INS-0022	Arena	m ³	\$150.00
INS-0023	Armadura electrosoldada 15X30-4	ml	\$10.16
INS-0024	Armadura electrosoldada 20X12-4	ml	\$10.16
INS-0025	Armex 12X12-4	m	\$11.39
INS-0026	Armex 12X20-4	m	\$10.87
INS-0027	Armex 12X25-4	m	\$10.71
INS-0028	Armex 15X15-4	m	\$9.70
INS-0029	Armex 15X20-4	m	\$9.85
INS-0030	Armex 15X25-4	m	\$10.15
INS-0031	Armex 20X30-4	m	
INS-0032	Barrote de madera de 2"X4"X8"	pza	\$30.00
INS-0033	Block de concreto de 10X20X40 cm	mill	\$5,460.00
INS-0034	Block de concreto de 15X20X40 cm	mill	\$5,727.27
INS-0035	Block hueco de concreto de 12X20X40	pza	\$4.17
INS-0036	Bomba telescópica de 28 m	m ³	\$145.64
INS-0037	Bovedilla de poliestireno de 1.85 m	pza	\$79.15
INS-0038	Bovedilla de poliestireno de 2.68 m	pza	\$114.65
INS-0039	Bovedilla de poliestireno de 2.84 m	pza	\$121.50
INS-0040	Bovedilla de poliestireno de 60X13X120 cm	pza	\$68.48
INS-0041	Calhidra	kg	\$1.03
INS-0042	Cemento blanco	kg	\$3.25
INS-0043	Cemento blanco	ton	\$2,595.00
INS-0044	Cemento crest	kg	\$1.60
INS-0045	Cemento gris	ton	\$1,340.05
INS-0046	Cemento gris normal	kg	\$1.43
INS-0047	Chafán de madera de 1" X 2.4 m	pza	\$3.82
INS-0048	Chafán de madera de 1"X2.4 m	M	\$1.59
INS-0049	Chafán de pino de 3/4"	pza	\$5.50
INS-0050	Cilindro de malla	pza	\$0.44
INS-0051	Cimbra de aluminio (Marca FORSA)	m ²	\$27.57
INS-0052	Cimbra metálica de 25 cm de altura	m ²	\$21.05

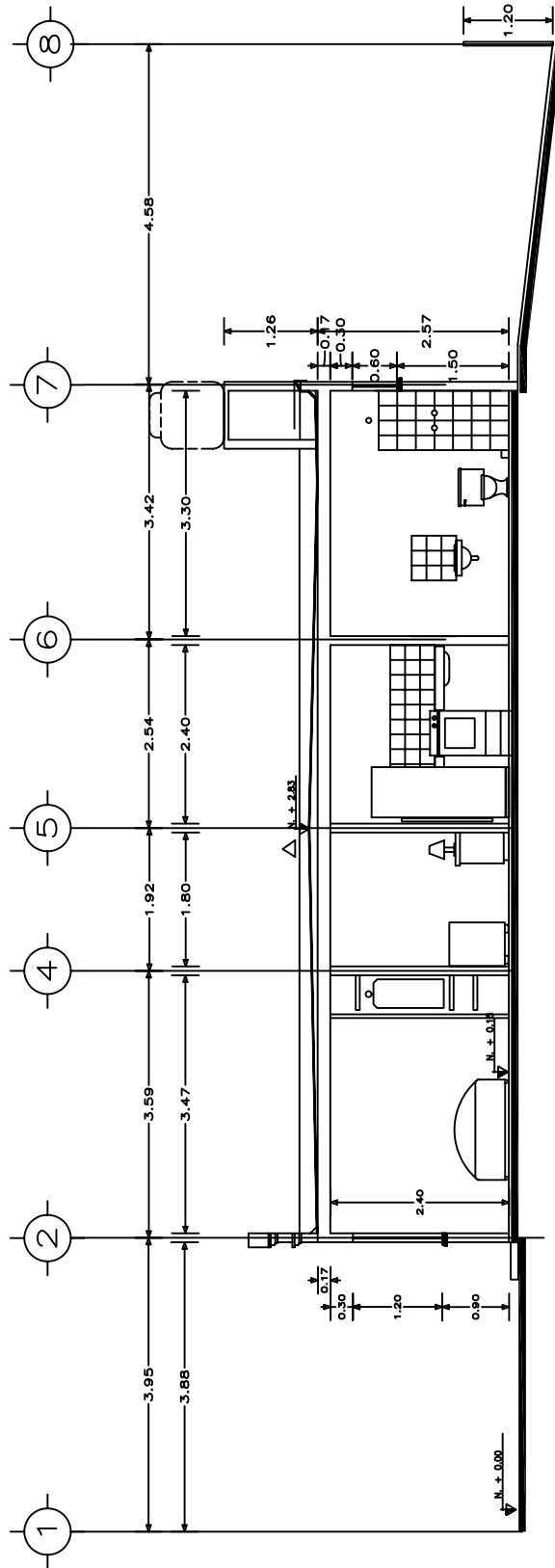
INS-0053	Cimbra metálica para huella de 65X40X	pza	\$15.03
INS-0054	Cimbra perimetral en cimentación	ml	\$1.83
INS-0055	Clavo de 1"	kg	\$14.80
INS-0056	Clavo de 2 1/2 A 4"	kg	\$14.80
INS-0057	Clavo de 2 1/2" (63 mm)	kg	\$14.80
INS-0058	Clavo para chaflán de 1"	kg	\$14.80
INS-0059	Concreto F _c =150 kg/cm ² , hecho en obra	m ³	\$772.13
INS-0060	Concreto premezclado f _c =150 kg/cm ²	m ³	\$794.10
INS-0061	Concreto premezclado f _c =200 kg/cm ²	m ³	\$883.48
INS-0062	Concreto premezclado f _c =200 kg/cm ²	m ³	\$868.46
INS-0063	Concreto premezclado f _c =200 kg/cm ² -10	m ³	\$749.71
INS-0064	Concreto premezclado f _c =200 kg/cm ² -14	m ³	\$950.54
INS-0065	Concreto premezclado f _c =200-19 R. 14 kg/cm2	m ³	\$1,028.63
INS-0066	Curaquim NP IMPERQUIMIA	lt	\$12.29
INS-0067	Descarga de block	ton	\$22.40
INS-0068	Desmoldante curacreto	lt	\$18.40
INS-0069	Desmoldante para cimbra	lt	\$12.61
INS-0070	Escalerilla para muro block	ml	\$2.22
INS-0071	Flexocreto 100 (Membrana de refuerzo)	m ²	\$3.16
INS-0072	Grava	m ³	\$114.28
INS-0073	Grava de 19 mm. ¾	m ³	\$165.00
INS-0074	Madera para cimbra	pt	\$7.85
INS-0075	Malla electrosoldada 6X6-10/10	m ²	\$9.10
INS-0076	Malla electrosoldada 6X6-10/10	m ²	\$11.55
INS-0077	Malla electrosoldada 6X6-6/6	m ²	\$17.10
INS-0078	Malla electrosoldada 6X6-6/6	m ²	\$21.78
INS-0079	Mortero cemento:polvo de piedra 1:3	m ³	\$1,101.26
INS-0080	Mortero premezclado proporción 1:5	m ³	\$874.58
INS-0081	Muro de panel de cemento (DUROCK)	m ²	\$360.77
INS-0082	Muro de tablaroca a dos caras	m ²	\$220.00
INS-0083	Pies derechos de 2.4 m de altura	pza	\$219.55
INS-0084	Placa de poliestireno para juntas de 1" D	pza	\$34.75
INS-0085	Poliestireno de 5 cm de espesor de baja densidad	m ²	\$33.05
INS-0086	Poliestireno cal. 400	m ²	\$5.50
INS-0087	Polín de 4"X4"X8	pza	\$44.00
INS-0088	Polín de 3 1/2" X 3 1/2" X 8	pza	\$53.00
INS-0089	Primercreto S	lt	\$26.45
INS-0090	Revolvedora de un saco	Hr	\$292.42
INS-0091	Revolvedora MPISA de un saco R-1	día	\$165.42
INS-0092	Suministro y colocación de pasta sobre muros de block	m ²	\$34.40
INS-0093	Triplay de 3/4" X 1.22X 2.44 m	pza	\$280.00
INS-0094	Triplay de pino de 19 mm de espesor	pza	\$289.00
INS-0095	Vaporcreto	lt	\$26.45
INS-0096	Vibrador para concreto	Hr	\$20.67
INS-0097	Vibrador para concreto ELBA	Hr	\$45.53
INS-0098	Vibrocompactador	Hr	\$245.00
INS-0099	Vigueta de alma abierta de 1.90 m	pza	\$121.82
INS-0100	Vigueta de alma abierta de 2.90 m	pza	\$34.75
INS-0101	Vigueta de alma abierta de 3.00 m	pza	\$138.70
INS-0102	Vigueta	ml	\$34.00

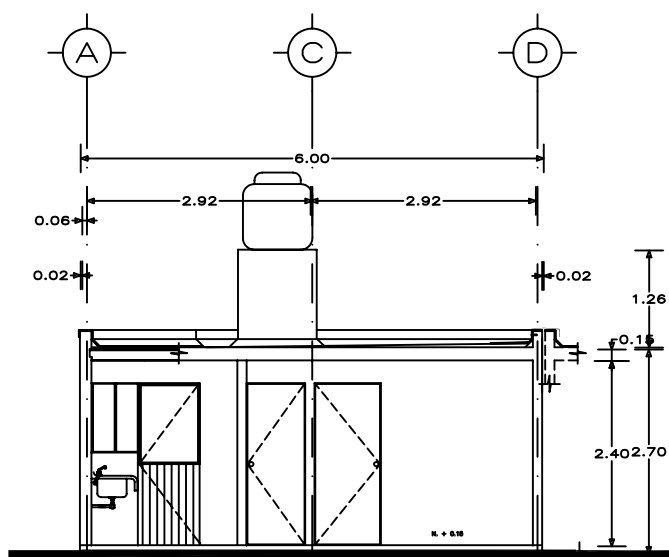
ANEXO 2

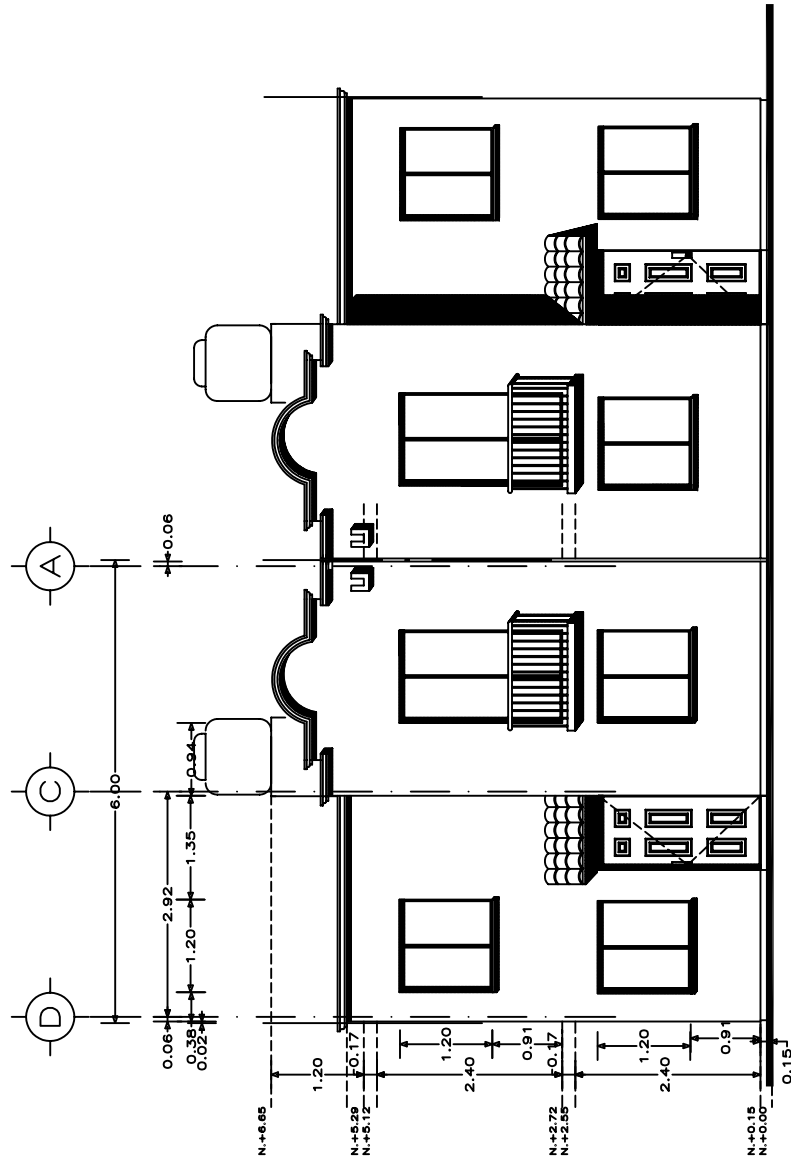
ÍNDICE ANEXO 2

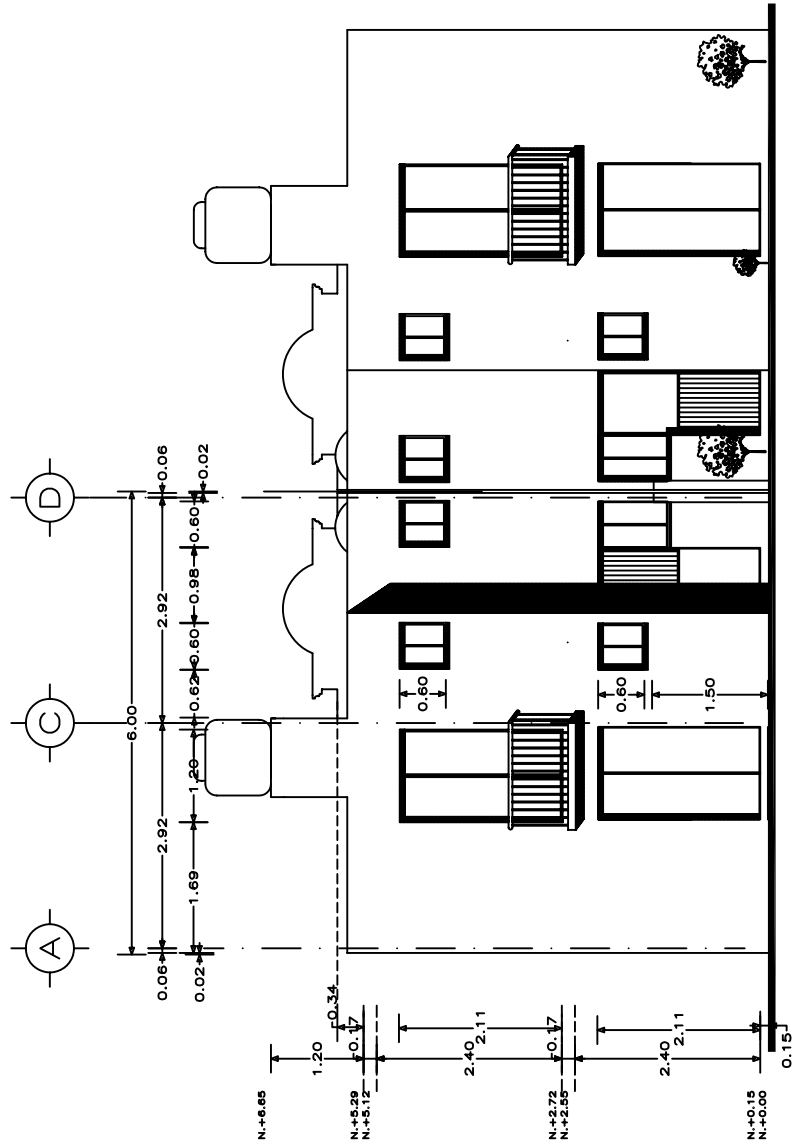
Fachadas principal y posterior	2 – 1
Planta baja	2 – 2
Planta de azotea	2 – 3
Corte A – A'	2 – 4
Corte B – B'	2 – 5
Fachada principal (ampliación a futuro)	2 – 6
Fachada posterior (ampliación a futuro)	2 – 7
Planta baja (ampliación a futuro)	2 – 8
Planta alta (ampliación a futuro)	2 – 9
Planta de azotea (ampliación a futuro)	2 – 10
Corte A – A' (ampliación a futuro)	2 – 11
Corte B – B' (ampliación a futuro)	2 – 12
Planta losa de cimentación	2 – 13
Planta de muros y castillos (Sistema tradicional)	2 – 14
Planta losa de azotea (vigüeta y bovedilla)	2 – 15
Planta losa de azotea (distribución de cerramientos)	2 – 16
Detalles constructivos 1	2 – 17
Detalles constructivos 2	2 – 18
Detalles constructivos 3	2 – 19
Detalles constructivos 4	2 – 20
Detalles constructivos 5	2 – 21
Colocación de acero de refuerzo (Cimbra muerta con base en poliestireno expandido)	2 – 22
Planta baja (Colado monolítico)	2 – 23
Planta losa de entrepiso y azotea (Colado monolítico)	2 – 24

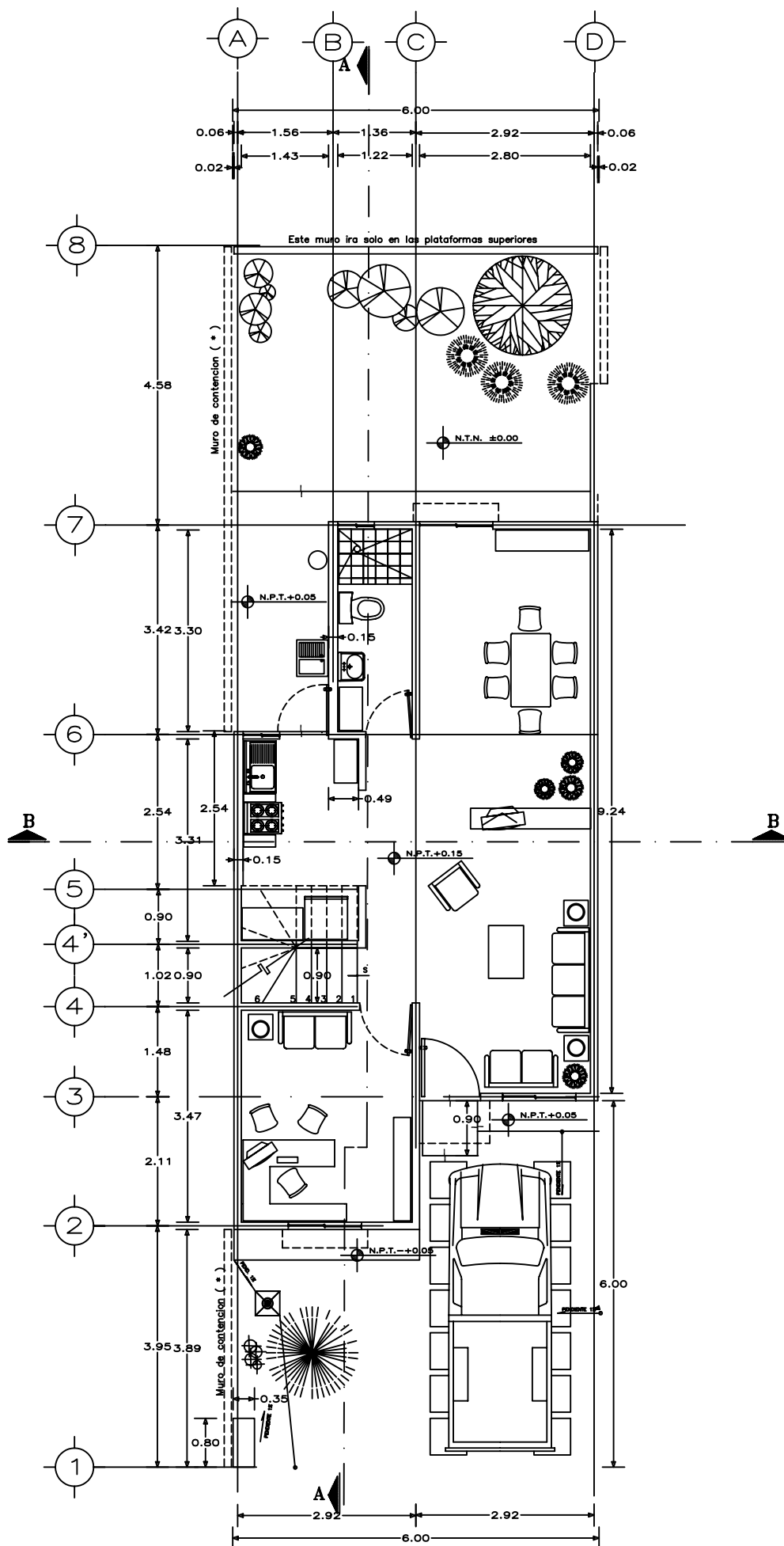


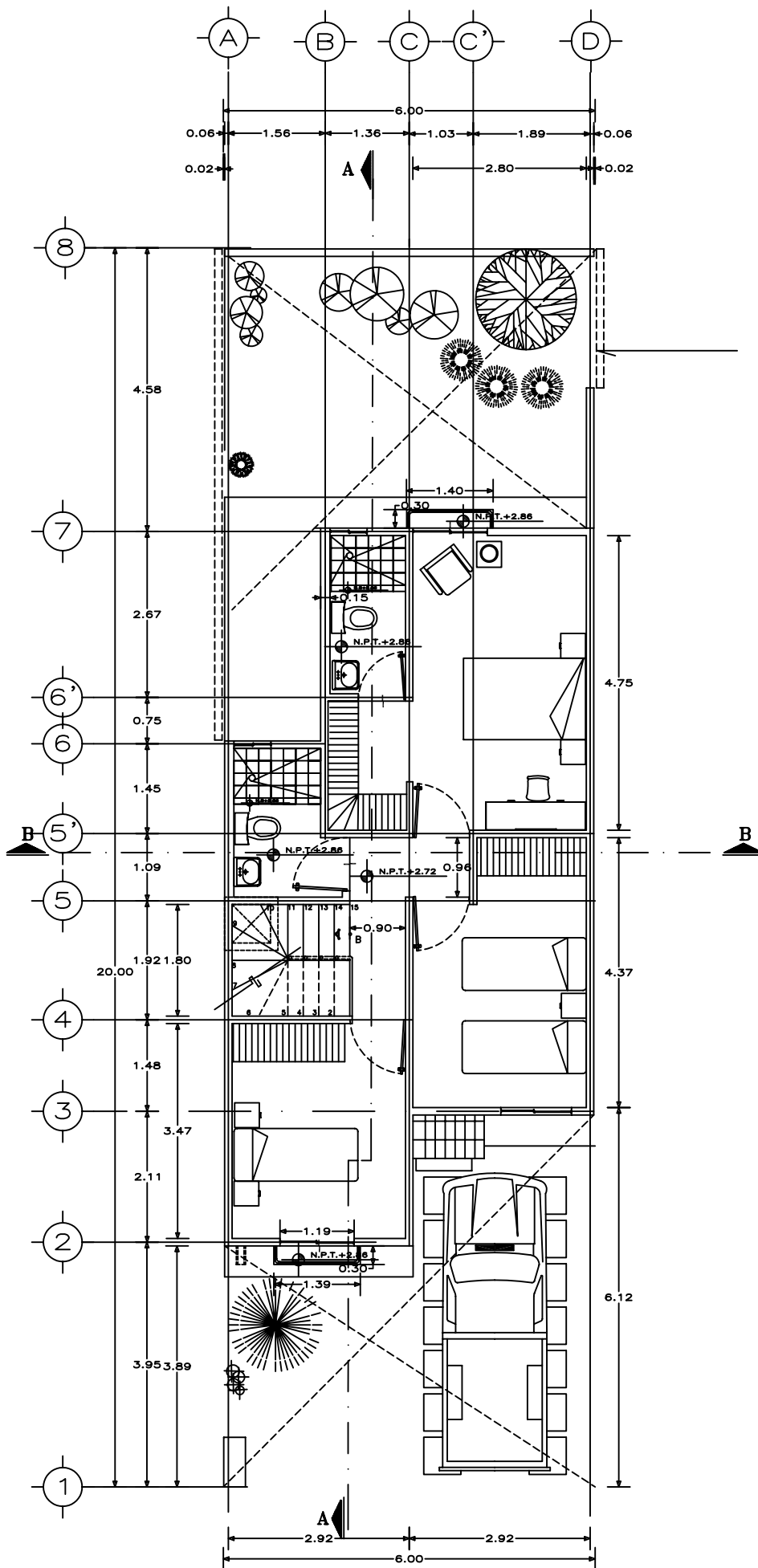


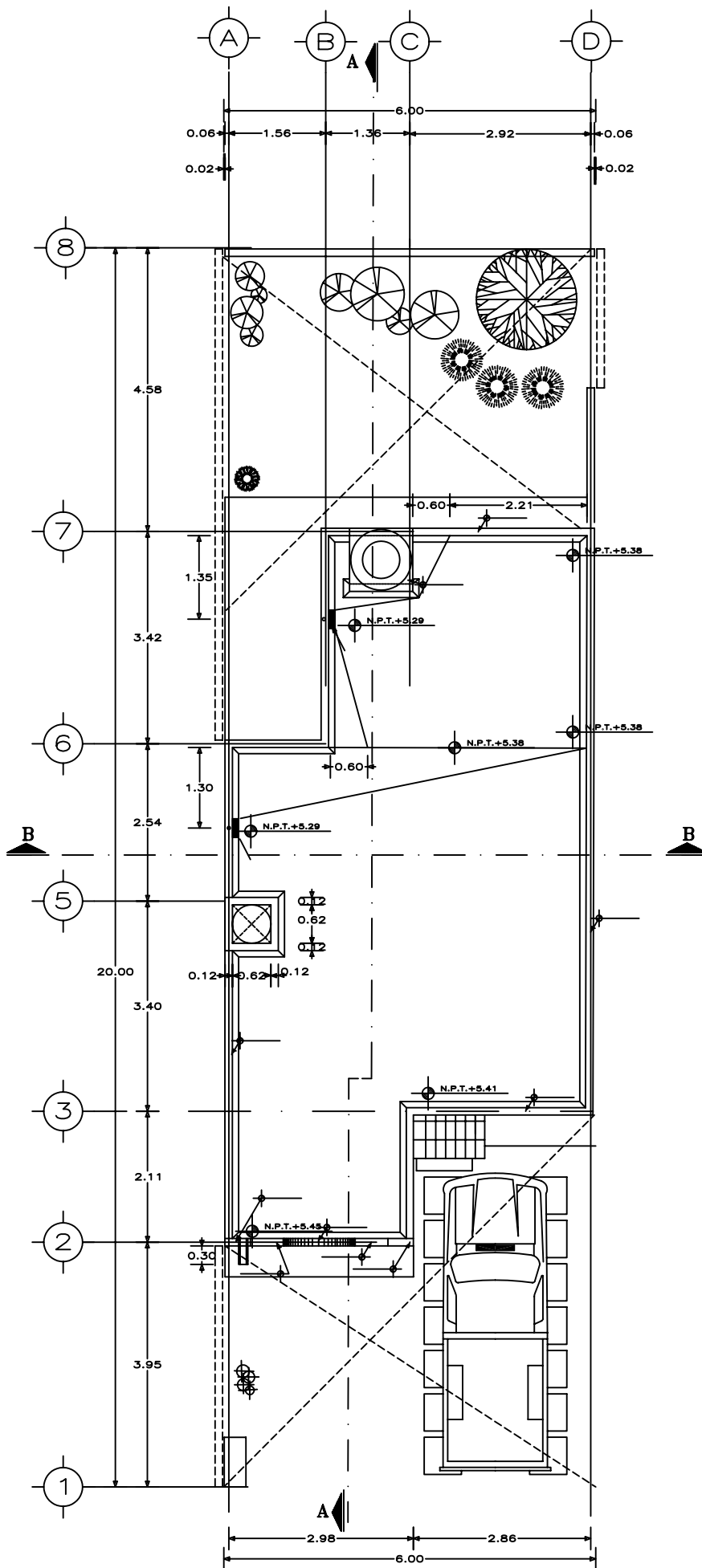


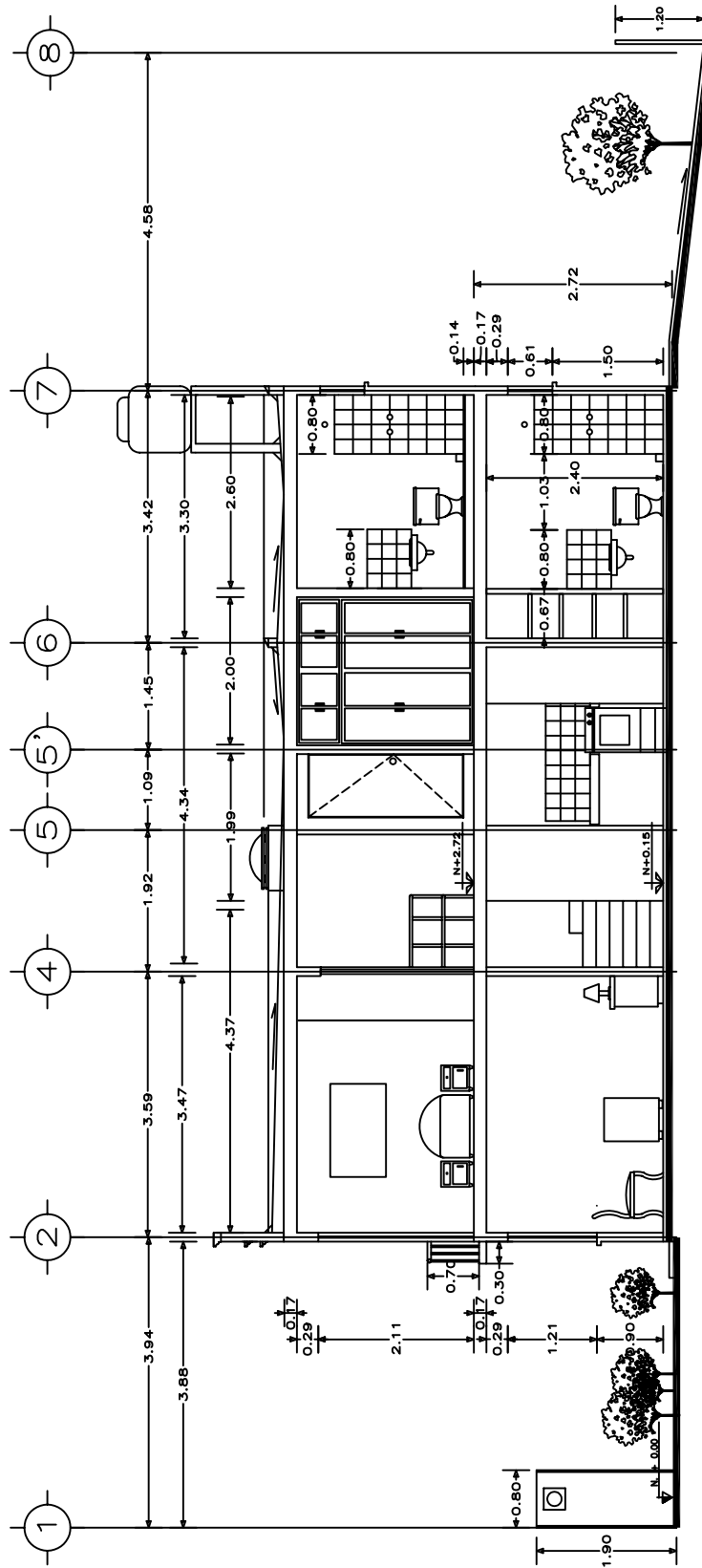


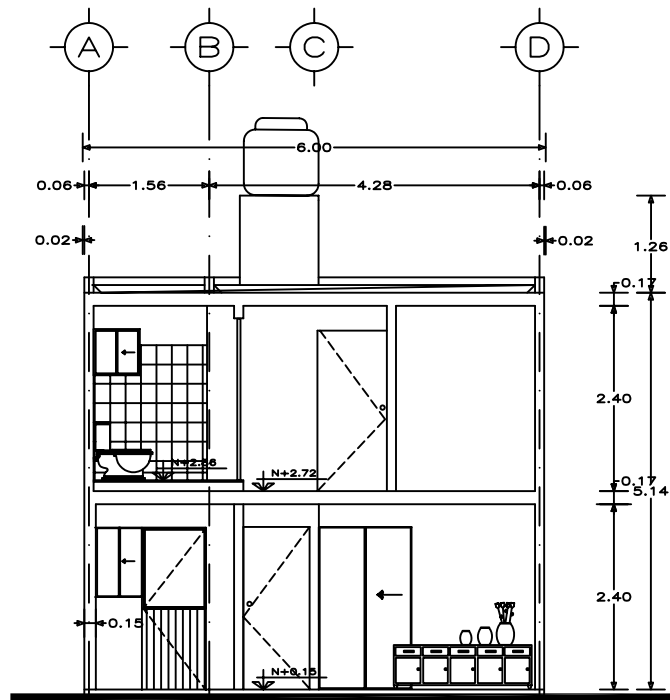


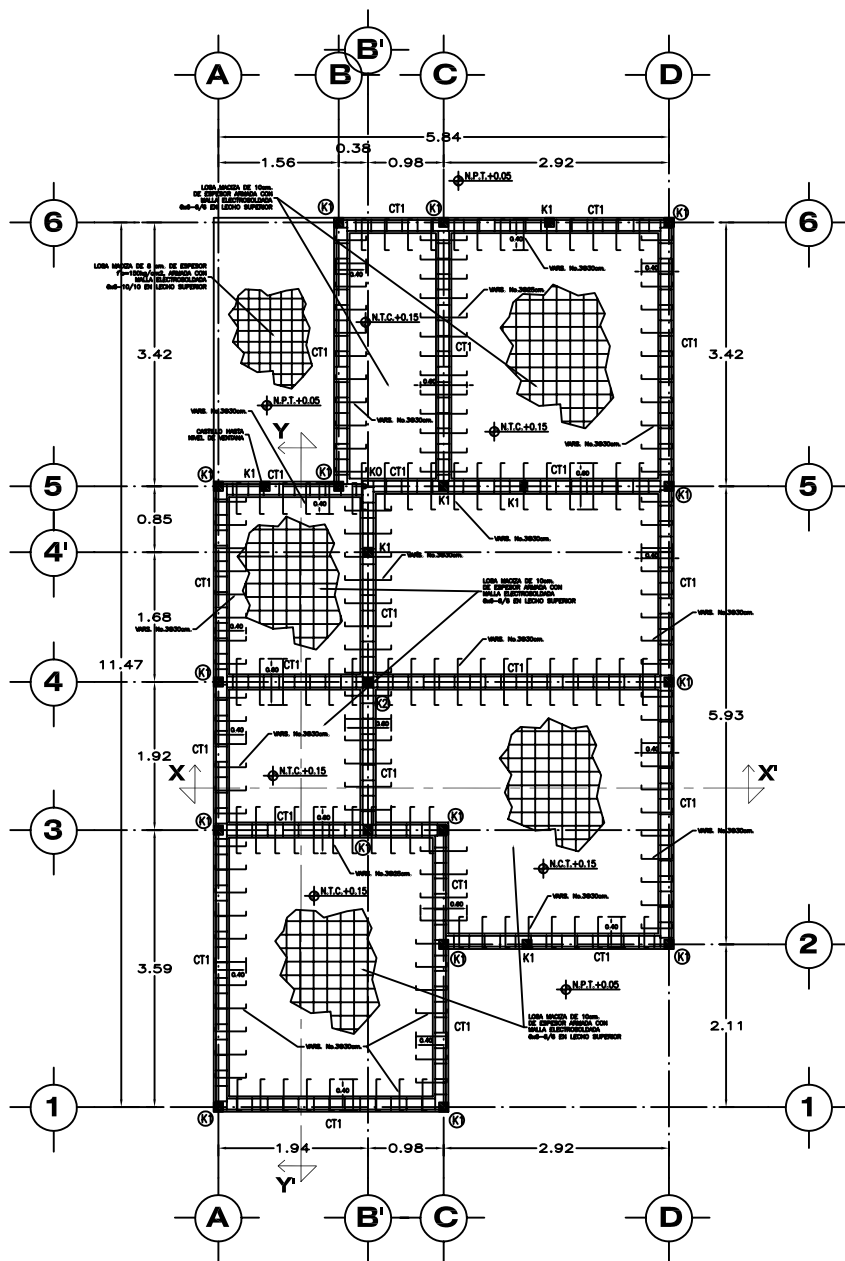


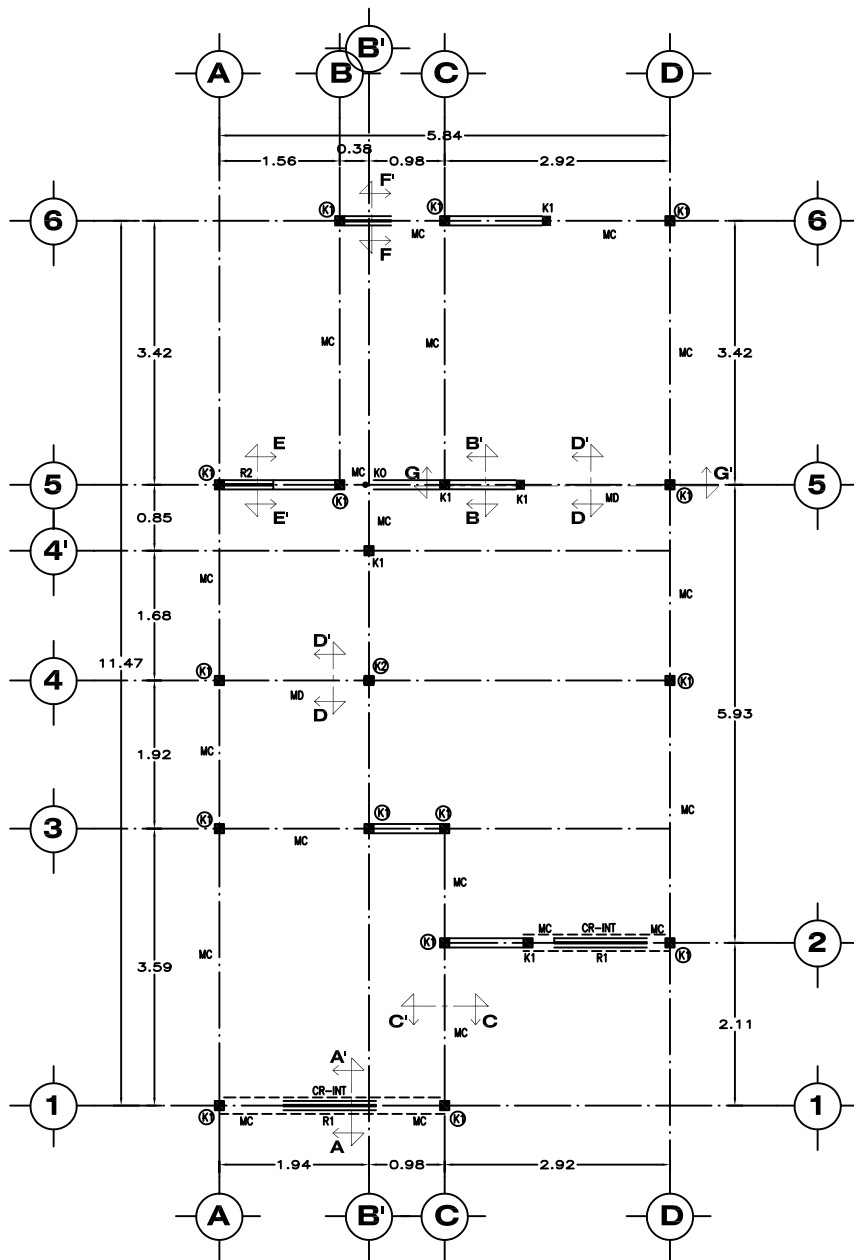




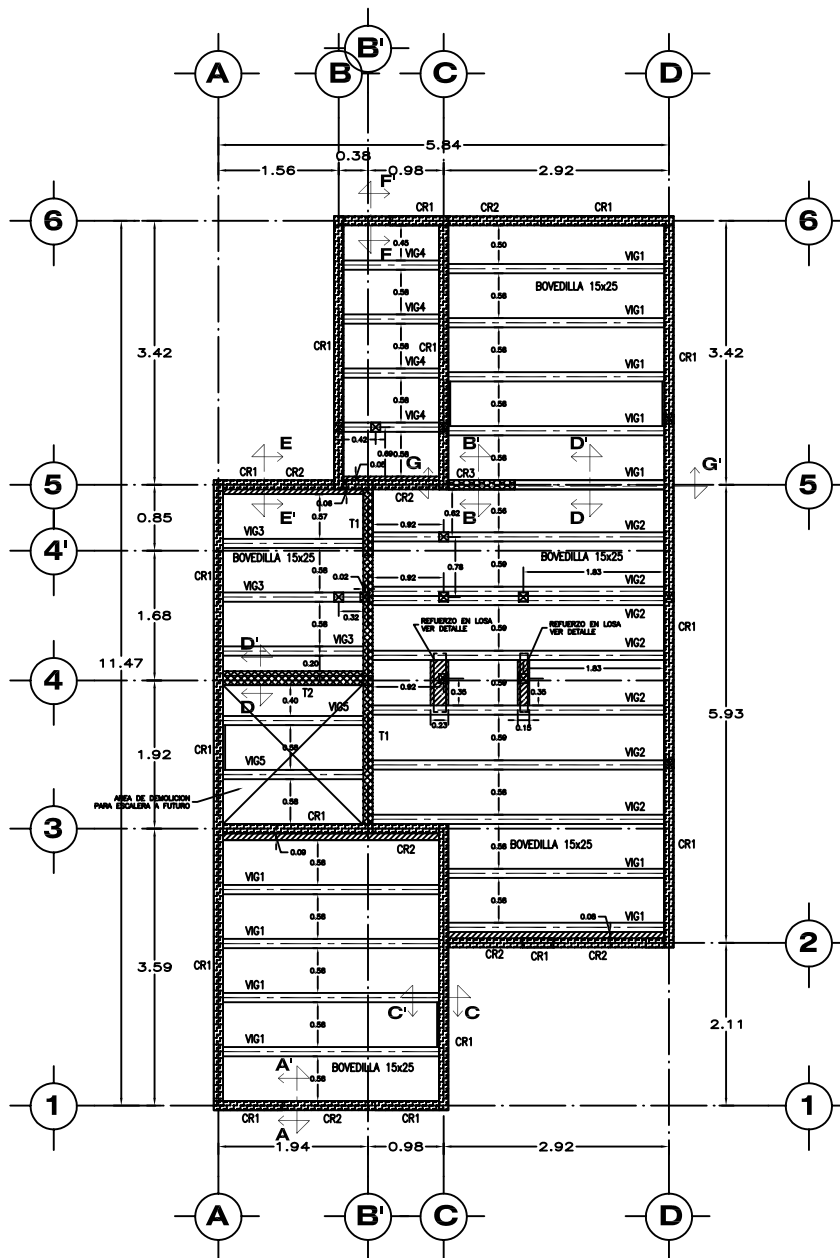




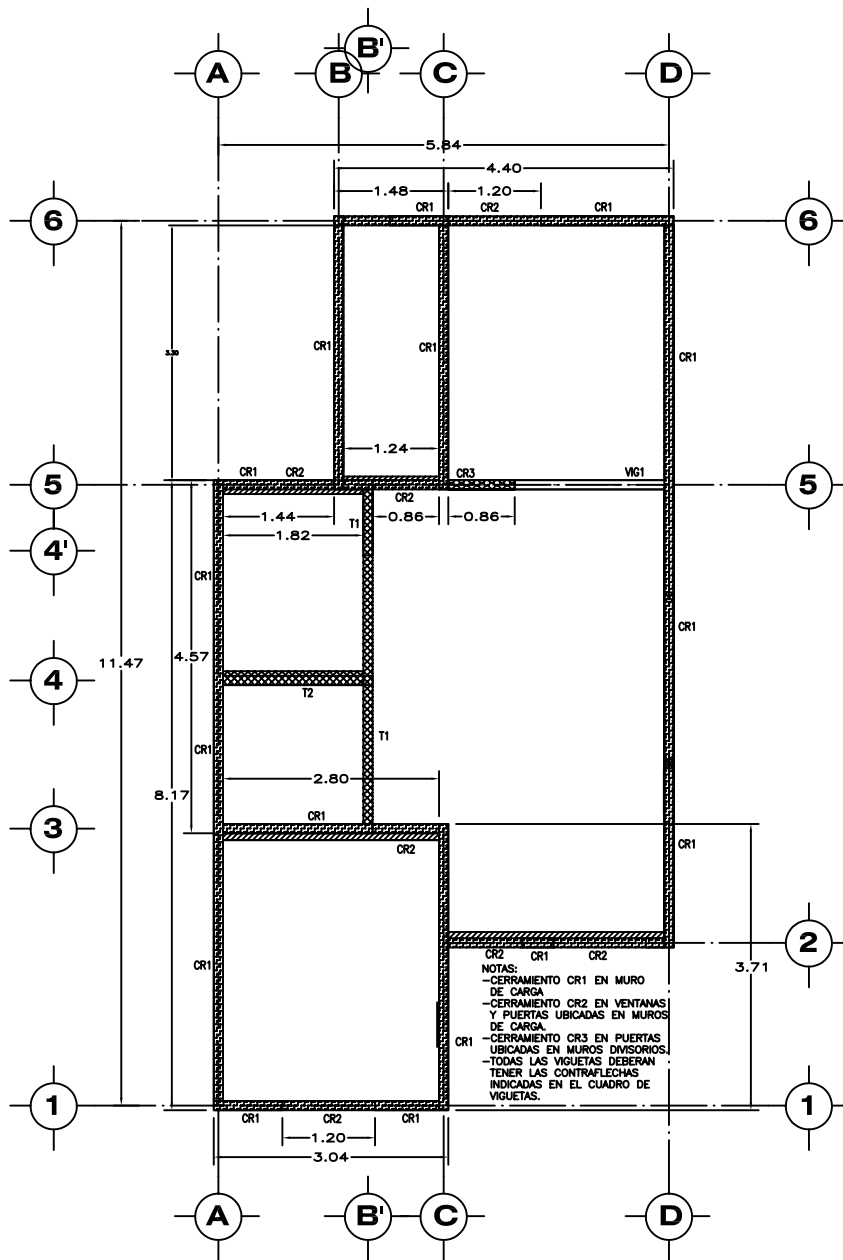


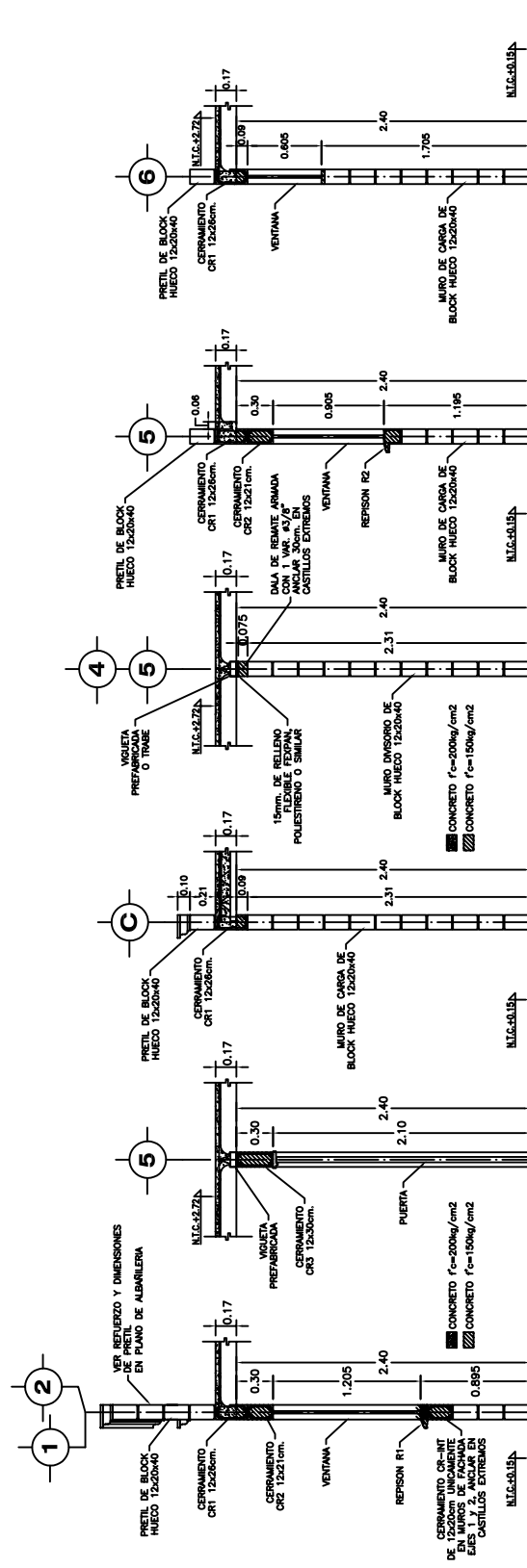


NOTA:
 -VER CORTES:
 A-A' B-B' C-C' D-D' E-E' Y F-F'
 EN PLANO DE-EST-02
 G-G' EN PLANO DE-EST-03

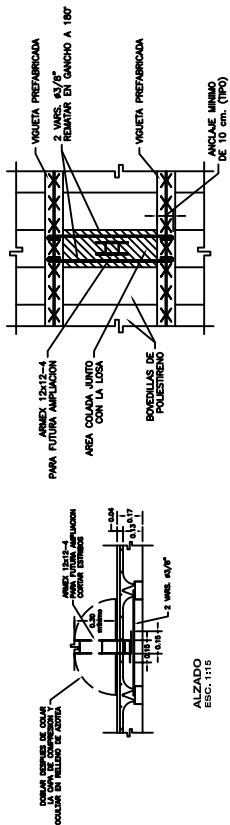


- NOTAS:
- CERRAMIENTO CR1 EN MURO DE CARGA
 - CERRAMIENTO CR2 EN VENTANAS Y PUERTAS UBICADAS EN MUROS DE CARGA.
 - CERRAMIENTO CR3 EN PUERTAS UBICADAS EN MUROS DIVISORIOS.
 - TODAS LAS VIGUETAS DEBERAN TENER LAS CONTRAFLECHAS INDICADAS EN EL CUADRO DE VIGUETAS.



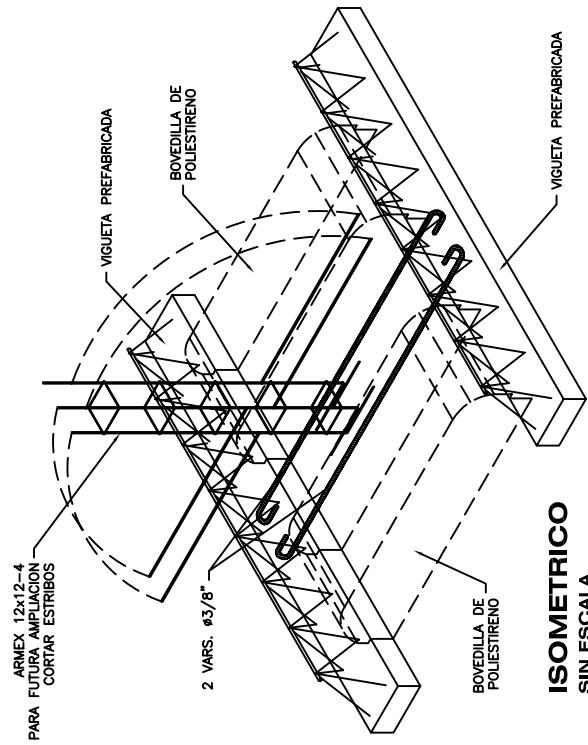


CORTE A-A' CORTE EN VENTANAS DE FACHADA CORTE EN PUERTA ESC. 1:25
CORTE B-B' CORTE EN MURO DE CARGA ESC. 1:25
CORTE C-C' CORTE EN MURO DE CARGA ESC. 1:25
CORTE D-D' CORTE EN MURO DIVISORIO ESC. 1:25
CORTE E-E' CORTE EN VENTANA DE COCINA ESC. 1:25
CORTE F-F' CORTE EN VENTANA DE BAÑO ESC. 1:25

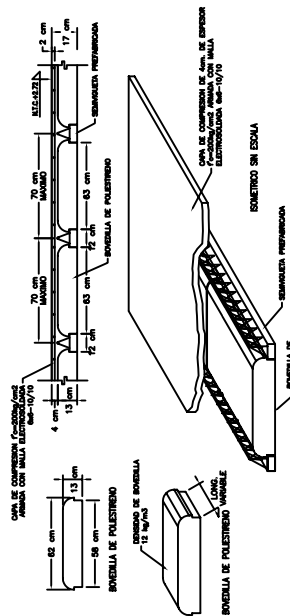


PLANTA
ESC. 1:20

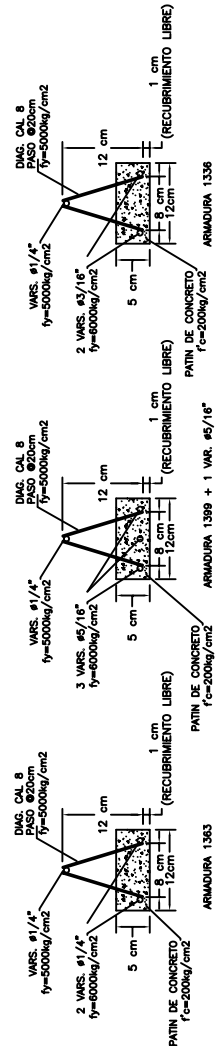
DETALLE DE REFUERZO EN LOSA Y PREPARACION DE CASTILLO K1 PARA FUTURA AMPLIACION



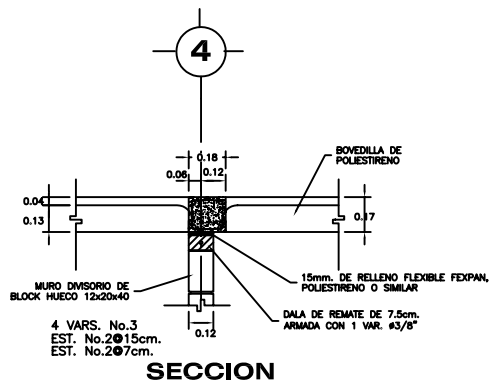
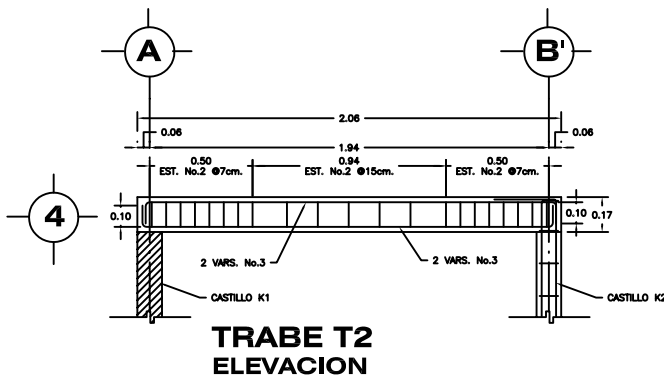
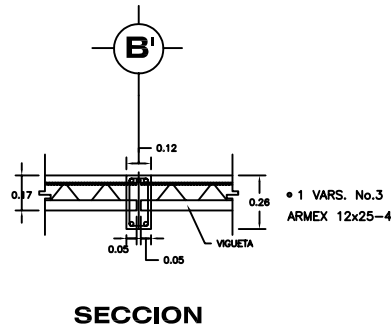
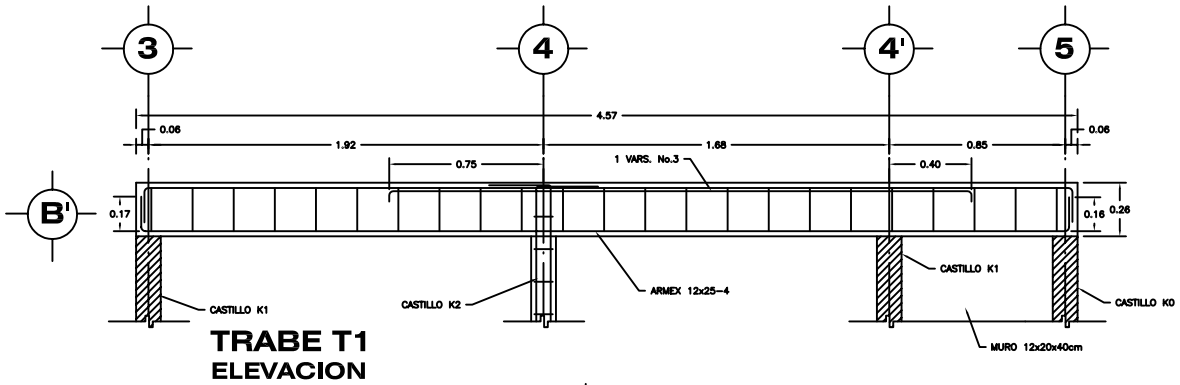
ISOMETRICO
SIN ESCALA



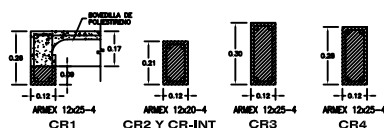
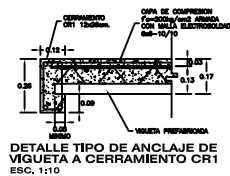
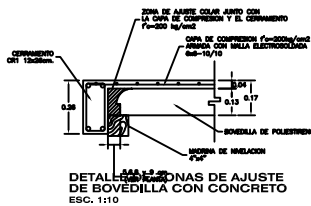
SISTEMA DE VIGUETA Y BOVEDILLA
ESC. 1:20



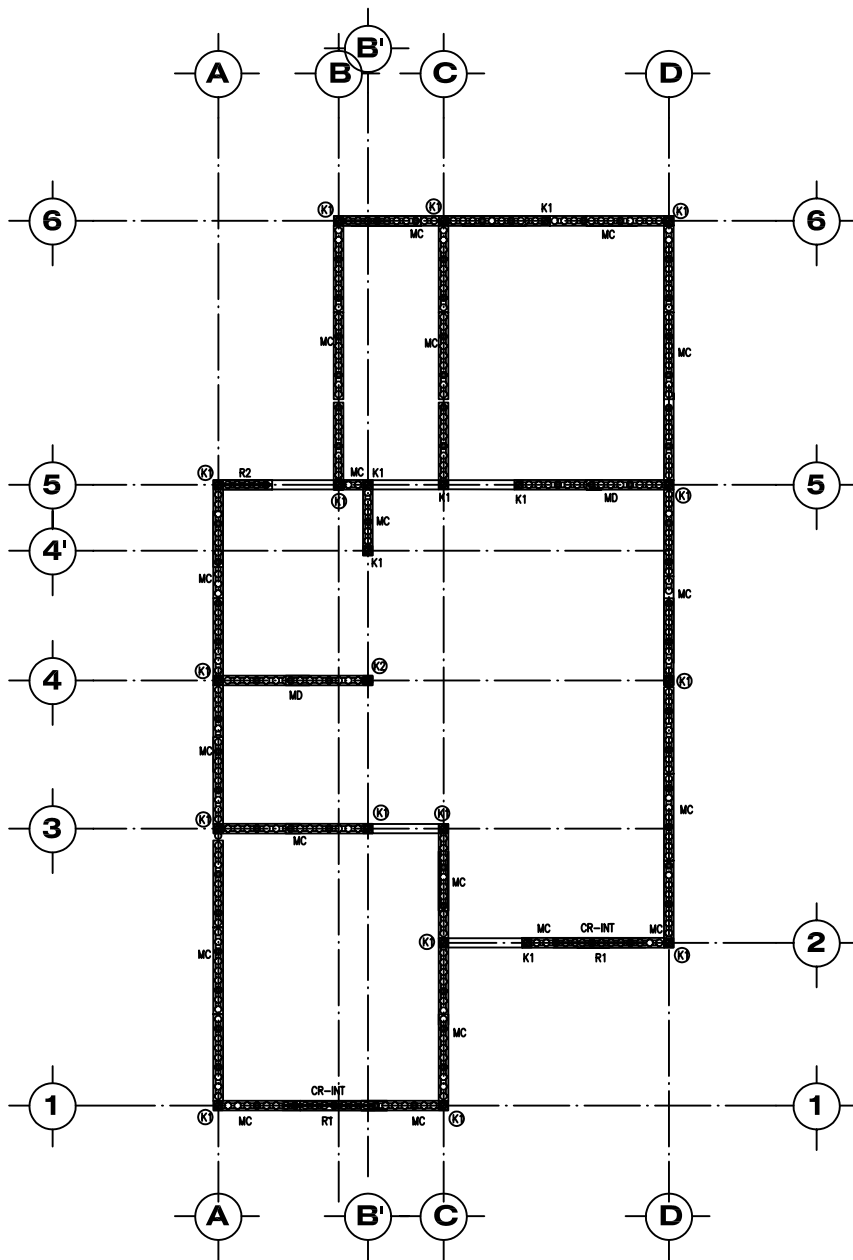
DETALLES DE SEMIVIGUETAS
(SEGUN CATALOGO DE FABRICANTE)
ESC. 1:5

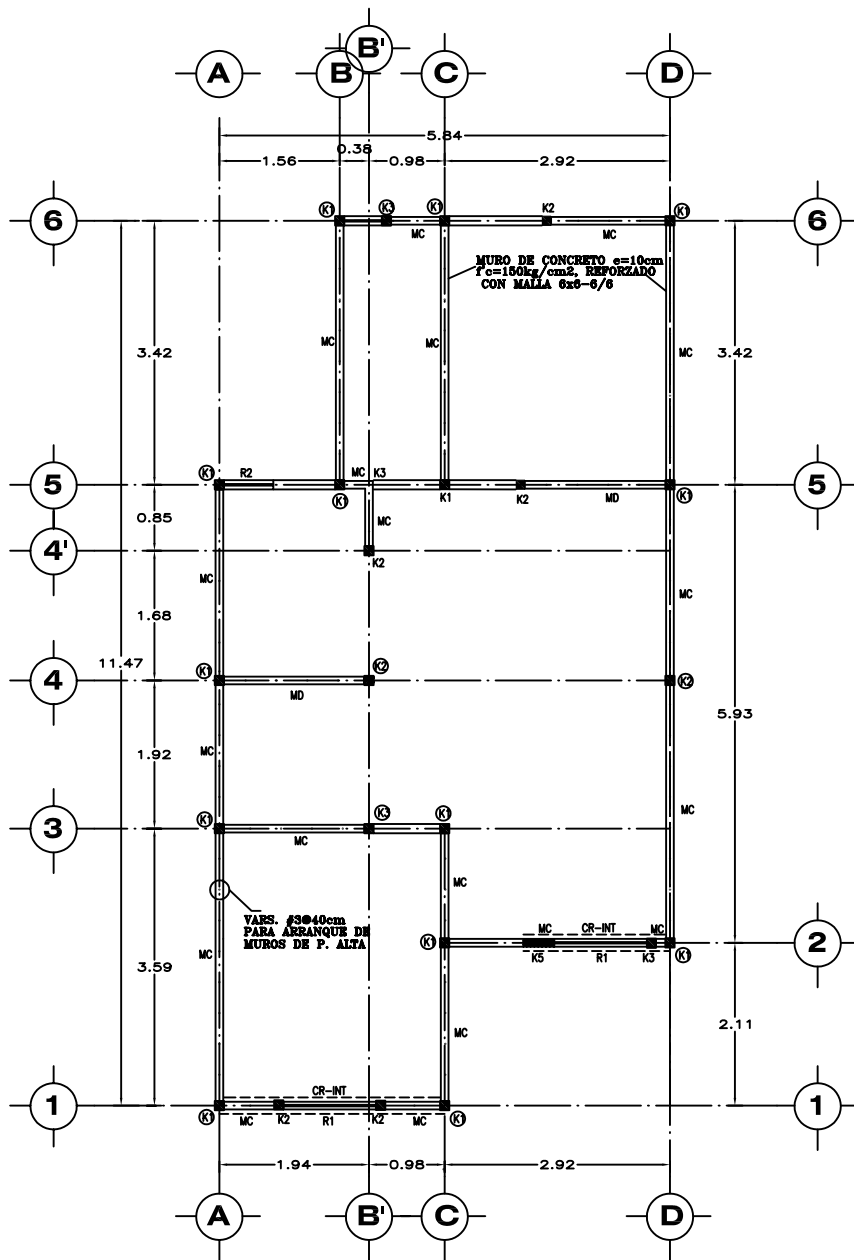


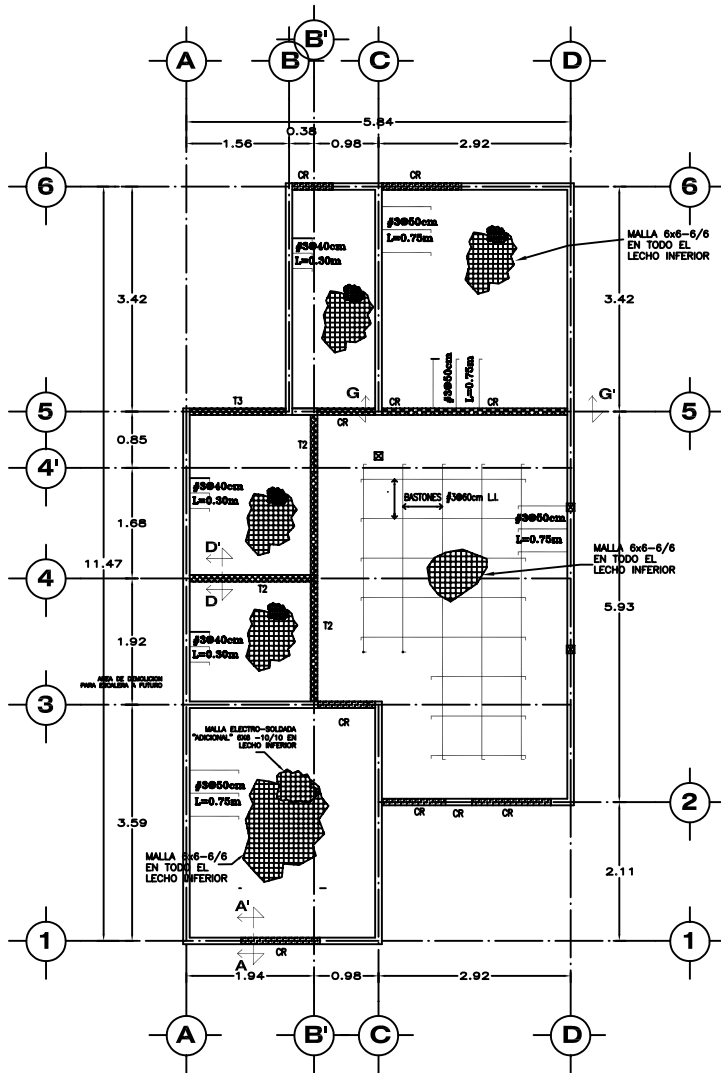
DETALLES DE TRABES ESC. 1:25



- CR1 CERRAMIENTO EN MURO DE CARGA
- CR2 CERRAMIENTO EN VENTANAS Y PUERTAS DE MUROS DE CARGA
- CR3 CERRAMIENTO EN PUERTAS DE MUROS DIVISORIOS
- CR4 CERRAMIENTO EN LISA DE TRINCO
- CR-INT CAJERA INTERNA SOLO EN MUROS DE FACHADA E ES 1 Y 2, VER CORTE A-A'









Bibliografía

- Plan nacional de vivienda 2000 – 2006
- Normas del Infonavit para programación de obra
Subdirección técnica
Departamento de control de obra
Tredex Editores S.A. de C.V.
1990
- Diseño Estructural de Casas habitación
Gallo
Mc Graw-Hill 2005
- Procesos Técnicos Básicos para la Construcción de Vivienda Popular
Fernando O. Luna Vázquez
Benjamín M. Soriano Martínez
Brenda Palacios Beddoe
Fundación ICA
México 2002
- United Nations Centre for Human Settlements (UNCHS)
- Organismo Nacional de Normalización y certificación de la Construcción y Edificación S.C.,
Norma NMX – C – 405 – 1997 – ONNCCE
“Industria de la Construcción. Paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos”.
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de marzo de 1998
- Manual Básico de Instalación Panel W
- Manual de Instalación Panel Covintec
- Manual de Instalación Panel de fibrocemento Plycem
- Manual de Instalación Durock
- Sistema Constructivo Royal Building Sistem (RBS)
- Guía de Instalación ARXX
- Manual de Instalación de Foamblock FANOSA
- Manual de Instalación Cimbramex



- Manual de Instalación MECCANO
- Manual de Instalación Forsa

Páginas de Internet:

- www.fundación-ica.org.mx
- www.unhabitat.org
- www.grupow.com.mx
- www.covintec.com.mx
- www.plycem.com
- www.durock.com
- www.rbs.com
- www.arxx.net
- www.fanosa.com
- www.cimbramex.com.mx
- www.meccano.com
- www.forsa.com.co
- www.onncce.org.mx