

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR COSTOS DE VIVIENDAS**

**Mario Aroldo López García**

**GUATEMALA  
2006**

## **MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR COSTOS DE VIVIENDAS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE  
GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA REDUCIR COSTOS DE VIVIENDAS**

**Trabajo de investigación presentado por Mario Aroldo López García para  
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil**

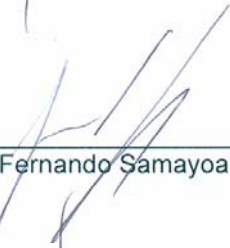
**GUATEMALA  
2006**

Vo.Bo. :

(f)   
Asesor Ing. Julio Fernando Samayoa Bonilla

Tribunal:

(f)   
Ing. Carlos Alejandro Maldonado Lutomirski

(f)   
Ing. Julio Fernando Samayoa Bonilla

(f)   
Ing. Walter Jacobo Garcia Mejia

Fecha de aprobación: 31 de agosto de 2006

---

# CONTENIDO

PREFACIO.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii

## Capítulos

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES.....	3
	A. Sistema prefabricado con muros de concreto fundidos en obra.....	3
	B. Sistema con muros de concreto prefabricado.....	4
	C. Sistema modular con planchas de concreto y Columnas prefabricadas.....	4
	D. Sistema prefabricado con paneles de aluminio.....	5
	E. Sistema prefabricado con madera tratada.....	5
III.	REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS.....	6
	A. Plano de localización.....	6
	B. Plano de ubicación.....	6
	C. Planta arquitectónica.....	6
	D. Fachadas y cortes.....	6
	E. Planta de acabados.....	7
	F. Plano de detalles.....	7
	G. Planta de cimentación, columnas y muros.....	7
	H. Planta de entrepiso y cubierta final.....	7
	I. Plano de agua potable.....	7
	J. Plano de drenajes.....	7
	K. Plano de instalación eléctrica.....	8
	L. Cimentación.....	8
	M. Muros.....	9
IV.	EL SISTEMA TRADICIONAL.....	11
V.	SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO ENCOFRADO TIPO TÚNEL.....	12
	A. Características.....	13
	B. Ventajas del sistema.....	15
	C. Comparación con otros sistemas.....	16
	D. Ciclo diario.....	16
	E. Colocación del encofrado.....	17
	F. Colocación de hierro y conductos.....	17
	G. Fundición.....	18
	H. Desencofrado.....	18
	I. Procedimiento.....	18

VI.	CONCLUSIONES.....	32
VII.	RECOMENDACIONES.....	33
VIII.	APÉNDICE.....	35
	A. Terminología.....	35
	B. Planos.....	38
	C. Presupuesto.....	50
	D. Programas de trabajo.....	54
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	34

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfica</b>		<b>Página</b>
1.	Ilustración del sistema.....	12
2.	Fotografía del proceso de montaje.....	13
3.	Ilustración de medio túnel.....	13
4.	Pànel vertical.....	14
5.	Pànel vertical.....	15
6.	Sección de medio túnel.....	15
7.	Fotografía del montaje del sistema.....	17
8.	Fotografía del sistema montado y fundición.....	20
9.	Sistema con plataformas.....	23
10.	Sistema con plataformas de montaje.....	23
11.	Fotografía de vivienda terminada.....	28
12.	Fotografía de varias viviendas terminadas.....	29

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Cuadro comparativo de sistemas .....	30
2. Cuadro de integración de costo unitario de muros losas sistema Tipo Túnel....	31

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende desarrollar una metodología que contribuya al desarrollo de la tecnología de construcción de viviendas de nivel intermedio y económico, con el fin de racionalizar los costos reduciendo la cantidad de desperdicios y reduciendo el tiempo de edificación.

La utilización de materiales tradicionales conlleva la producción de una alta cantidad de desechos sólidos los cuales vienen a contaminar aun mas el ambiente, es por ello que es necesario el máximo aprovechamiento de los mismos a través de técnicas modernas y secuencias adecuadas en el proceso de construcción, ya que así contribuiremos a cuidar el ambiente y evitar la degradación del mismo.

El sistema propuesto ayudará a incrementar la posibilidad de que más familias puedan edificar una vivienda, dado que se podrán ahorrar cantidades significativas, dicho ahorro es factible trasladarlo al cliente final.

### A. Objetivos

#### 1. Generales

- Colaborar con el sector dedicado a la construcción de viviendas, con el fin de poder ofrecer alternativas habitacionales y de esta manera lograr otra solución de vivienda propia para los guatemaltecos.

#### 2. Específicos

- Plantear un método constructivo que permita racionalizar la construcción de viviendas de una forma más eficiente.
- Estructurar un método de construcción rápido utilizando una combinación de materiales y métodos modernos y tradicionales, en la construcción de viviendas de interés social y tipo intermedio.

- Efectuar un análisis comparativo, del sistema propuesto con los sistemas tradicionales de construcción de vivienda.

## II. ANTECEDENTES

En los últimos años han surgido varios sistemas de fabricación de viviendas, buscando siempre bajar los costos y reducir el tiempo de ejecución. Efectivamente han logrado sobre todo lo segundo, ya que el costo no se ha logrado reducir significativamente.

Uno de los aspectos más importantes por los cuales estos sistemas no han logrado llenar las expectativas de la mayoría de los usuarios ha sido por la idiosincrasia de la población, pues se ha presentado una resistencia fuerte para aceptar dichos sistemas, entre los argumentos que exponen están los siguientes: a) No son sistemas económicos, o por lo menos la diferencia en precio no es significativa; b) El sistema no les ofrece la suficiente seguridad en el sentido de protegerlos contra vandalismo o ladronismo; c) El sistema no les parece lo suficientemente sólido, sobre todo en relación a resistencia sísmica; d) Desde el punto de vista estético no les parece lo suficientemente atractivo.

A continuación haremos una breve reseña de los principales sistemas prefabricados que se han introducido a Guatemala en los últimos años.

### **A. Sistema prefabricado con muros de concreto fundidos en obra**

Este sistema consiste en construir las viviendas utilizando muros de concreto los cuales se funden *in situ* utilizando formaletas metálicas y parrillas de acero de alta resistencia, este sistema tiene la ventaja que reduce tiempo de ejecución sobre todo para viviendas en serie, ya que las formaletas se utilizan en varias ocasiones y son muy prácticas para armar y desarmar, las instalaciones se introducen antes de hacer la fundición, las losas se hacen de igual forma, para lograr acabados agradables se debe picar el concreto inmediatamente después de desencofrar y aplicar repello y cernido.

Tiene el inconveniente de que una vez fundidos los muros no se puede hacer modificaciones en las instalaciones, sin embargo tiene la ventaja de

ahorrar espacio, ya que los muros generalmente son de 10 centímetros de espesor, sin embargo este factor no parece tan atractivo para muchas personas ya que no les da la sensación de solidez, como se mencionó anteriormente este sistema es mas eficiente en la construcción de viviendas en serie con estilos rectos y sencillos, ya que para viviendas individuales se hace mas costoso que el método tradicional con bloque pómez.

### **B. Sistema con muros de concreto prefabricado**

Este sistema es muy similar al anterior con la diferencia que los muros son fundidos en la planta y luego transportados hacia el lugar de la obra, el tiempo de ejecución es mas bajo; sin embargo el costo no lo es tanto ya que el transporte y la instalación se vuelven onerosos, tienen la desventaja que los acabados es mas difícil de lograrlos ya que cuando las planchas están instaladas cuesta más picarlas para lograr la adherencia adecuada con el repello, de igual forma no se pueden hacer modificaciones en las instalaciones y únicamente se lograr formas rectas.

### **C. Sistema modular con planchas de concreto y columnas prefabricadas**

Este sistema consiste en la fabricación de planchas de concreto de aproximadamente 1.50x 0.50 metros ensambladas en postes o columnas de concreto con una ranura al centro en la cual se insertan las planchas hasta la altura deseada , este sistema es un poco económico y rápido de construir, ya que no necesita cimiento continuo únicamente en los postes, las uniones entre planchas se sellan con sabieta, este sistema tiene la desventaja que las instalaciones van sobrepuestas y los acabados que se logran no son muy buenos, este sistema se utiliza sobre todo para construcciones rurales y muros perimetrales, la resistencia de los muros es adecuada para cubiertas livianas.

#### **D. Sistema prefabricado con paneles de aluminio**

Este sistema consiste en armar paneles de aluminio con espuma de poliestireno al medio ensamblados en perfiles de aluminio a través de remaches, la cimentación es con una losa de concreto, a la cual van anclados los perfiles “U” en los cuales se anclan los postes verticales, la cubierta es del mismo material, las principales ventajas de este sistema son: el tiempo de montaje, el aislamiento térmico; sin embargo el costo es superior a un sistema tradicional.

#### **E. Sistema prefabricado con madera tratada**

Este es un sistema a base de elementos de madera el cual consta de elementos horizontales ensamblados a postes de madera, este sistema presenta la ventaja de tener un tiempo bajo de montaje, agradable y confortable, resistente a sismos, el costo no presenta mucha ventaja y es más vulnerable en cuanto a la seguridad se refiere.

### **III. REQUISITOS TÉCNICOS PARA EDIFICAR UNA VIVIENDA**

Existen normas para edificar una vivienda, en primer término están las normas municipales, las cuales exigen la presentación de un juego de planos, los cuales deben llenar requisitos técnicos, con el propósito de asegurar la calidad, seguridad y confort para los habitantes de la vivienda, a continuación detallamos el juego de planos que debe presentarse para su aprobación a la municipalidad respectiva.

#### **A. Plano de localización**

Este plano deberá indicar la situación del lote dentro de la cuadra, la distancia a la cual está ubicado con relación a una esquina, frente, fondo, área registrada y real, dirección, número catastral, datos de registro, orientación, escala 1:1000.

#### **B. Plano de ubicación**

En este plano se indica la ubicación de la construcción dentro del lote, distancias de la construcción a los límites de la propiedad, dimensiones del lote, ancho de vía, aceras, orientación niveles del lote, área total construida y libre, dirección, número catastral, datos de registro. Esc. 1:100, 1:200, 1:400, 1:500.

#### **C. Planta arquitectónica**

Se indican dimensiones parciales, totales, ejes, espesores de muros, altura de sillares y dinteles, nivel de piso, dimensiones de voladizos, nombres de los ambientes e indicación de cortes transversales y longitudinales.

#### **D. Fachadas y cortes**

Las vistas que sean necesarias, tanto del caso típico como sus variantes, las secciones que comprenden desde la cimentación hasta el techo,

indicando el perfil original del terreno en línea de trazos y el perfil final en línea llena, ejes desniveles y patios, aceras y carrileras, así como alturas interiores y exteriores.

#### **E. Planta de acabados**

Se indican los enlucidos de muros y cielos, tipo de piso, acabados especiales, acabados de ventanas, puertas, closets, clase de pintura etc.

#### **F. Plano de detalles**

Se indican tipo y dimensiones de ventanas, puertas, closets, detalle de baños y cocinas, detalle de escaleras y tragaluces.

#### **G. Planta de cimentación, columnas y muros**

Ubicación y detalles de zapatas, cimiento corrido, soleras de amarre, columnas y mochetas, detalles de muros típicos y sillares y las tablas correspondientes en el caso de haber diversidad de elementos.

#### **H. Planta de entrepiso y cubierta final**

Estructura y espesor de losa correspondiente con identificación y detalles de vigas y dinteles, indicando refuerzo, dimensiones y recubrimientos.

#### **I. Plano de agua potable**

Se diseña la red de distribución desde el contador, indicando tipos de tuberías, diámetros, accesorios y válvulas de control.

#### **J. Plano de drenajes**

Se diseña la red completa de drenajes, indicando diámetros, pendientes, cajas de registro y sifones, ubicación de fosa séptica ( si fuese necesario),

bajadas de agua pluvial, con diámetros y materiales, así como el área que drena cada bajada en planta de techo y cuadros con la simbología empleada.

### **K. Plano de instalación eléctrica**

Red completa desde el contador, indicando la localización del mismo, el tablero de distribución, ubicación de tomacorrientes, lámparas, interruptores, timbres, intercomunicadores, salidas para teléfono y antenas, así como los ductos con sus diámetros respectivos.

También deberá indicarse el número de circuitos con el amperaje correspondiente y los calibres de alambres conductores utilizados, debe indicarse la simbología utilizada.

Los principales requisitos técnicos para la edificación de viviendas hasta de dos niveles son los siguientes:

### **L. Cimentación**

Para el soporte de muros de carga se utilizará cimiento corrido de concreto reforzado con las dimensiones siguientes:

Viviendas de un nivel                      15.0 x 30.0 cms.

Viviendas de dos niveles                  20.0 x 40.0 cms.

El refuerzo mínimo para cimientos corridos es el siguiente:

	Longitudinal	Transversal
Viviendas de un nivel	2 No. 3	Est. No. 3 @ 0.30 mts. Est. No. 3 @ 0.15 mts.
Viviendas de dos niveles	3 No. 3	Est. No. 3 @ 0.30 mts. Est. No. 2 @ 0.15 mts.

El recubrimiento del refuerzo no debe ser mayor de  $\frac{1}{3}$  del peralte del cimiento, ni menor de 5 cms.

La profundidad de cimentación estará dada por la resistencia del suelo, pero no debe ser menor de 50 cms.

## **M. Muros**

El espesor mínimo de paredes con refuerzos verticales y horizontales para viviendas de 1 nivel es de 11.0 cms. y su relación altura/espesor no será mayor de 23.

Para viviendas de 2 niveles en el primer nivel el espesor es de 14 cms. y su relación altura/espesor no será mayor de 20.

El concreto para soleras, refuerzos verticales, sillares y dinteles, tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de por lo menos 176 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las dimensiones mínimas de los elementos de concreto para refuerzo vertical serán los siguientes:

En el sentido normal al muro, no menos que el grueso del mismo.

En el otro sentido:

- Refuerzos con armado de 4 varillas o más: no menos que el grueso del muro.
- Refuerzos armados con dos varillas: 10 cms.

El recubrimiento del acero de refuerzo no debe ser menor de 1.5 cms.

Las dimensiones mínimas de elementos de concreto para refuerzo horizontal serán las siguientes:

En el sentido normal al muro: el grosor del muro respectivo.

El otro sentido: solera hidrófuga: 10 cms.

solera intermedia: 07 cms.

solera superior 10 cms.

El recubrimiento del acero de refuerzo no debe ser menor de 1.5 cms.

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

#### **IV. SISTEMA TRADICIONAL**

Este sistema se ha utilizado durante muchos años en nuestro país, y se continúa utilizando en la actualidad, esto se debe a que es difícil cambiar la percepción del común de las personas; sin embargo debido a la creciente demanda de vivienda y la falta de espacio urbano se han aceptado los nuevos materiales y sistemas constructivos.

El sistema tradicional consiste en la construcción de edificaciones de acuerdo a las siguientes características:

- Cimentación: Se utiliza cimiento corrido con refuerzo de acero, block de concreto liviano y culmina con la solera de humedad.
- Muros: de block de liviano pegado con sabieta y reforzado con columnas, solera intermedia y solera de corona.
- Losa: de concreto con armadura de acero y formaleta de madera.
- Revestimiento: ensabietado, repello y revestimiento final.

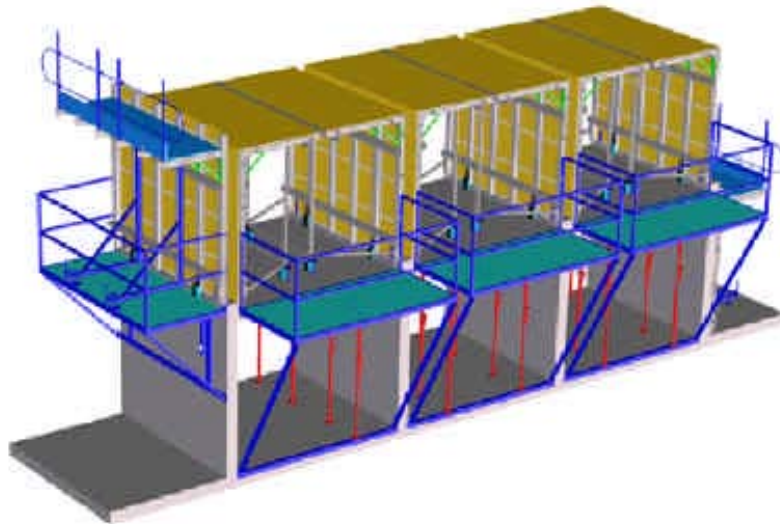
El resto de componentes se realiza en forma similar en los diferentes sistemas constructivos.

Para ilustrar mejor el sistema se presenta en el apéndice B los planos constructivos de una vivienda unifamiliar, así como el respectivo presupuesto.

El cronograma de ejecución se presenta en el apéndice C.

## V. SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO ENCOFRADO TIPO TÚNEL

Gráfica No. 1 Ilustración del sistema



El encofrado es uno de los factores más importantes en la determinación del aspecto final de la estructura de hormigón "in-situ".

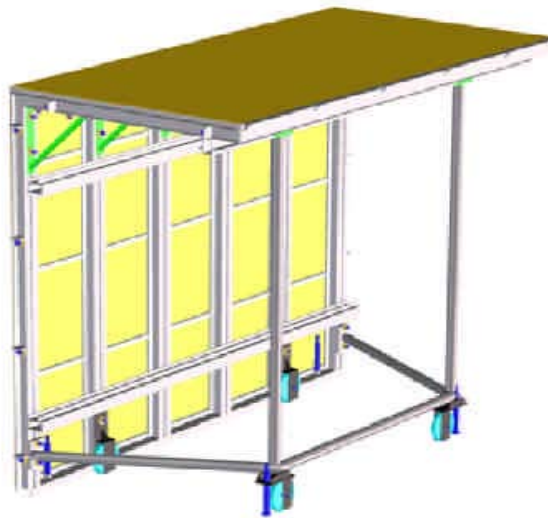
El Sistema de Encofrado Túnel es: más productivo y ligero, rápido y fácil de montar, rápido y fácil de desencofrar, más de 100 veces reutilizable, seguro contra los accidentes de trabajo .

El Sistema de Encofrado Túnel proporciona: economía de trabajo, mediante la estandarización del diseño estructural, economía de tiempo, mediante operaciones simples y repetitivas.

Gráfica No. 2 Fotografía del proceso de montaje



Gráfica No. 3 Ilustración de medio túnel



### **A. CARACTERÍSTICAS**

El Sistema de Encofrado Túnel se compone de dos medios cuerpos que se ponen juntos para formar un cuarto o una célula, mientras que varias células hacen un apartamento.

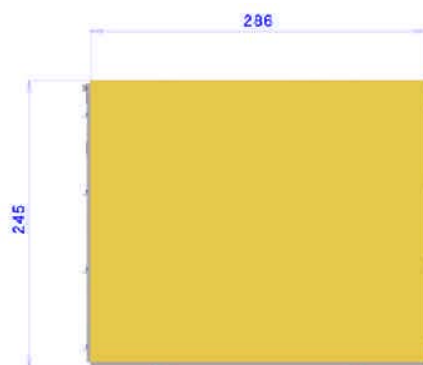
Una vez que la estructomalla y las instalaciones están colocadas, se procede a la fundición de las paredes y las losas en una sola operación.

Al contrario de lo que pudiera parecer, nuestro sistema es extremadamente ligero, con un peso aproximado de unos 43 kg/m<sup>2</sup>.

El diseño del túnel hace posible sacar un lado entero de un túnel, entonces se apuntala la losa cerca del empalme antes de sacar la otra mitad, permitiendo una rotación más rápida de los equipos. El desencofrado se puede realizar al día siguiente.

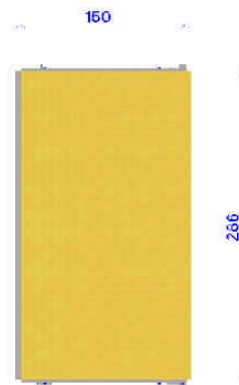
- Dimensiones estándar. Las posibilidades dimensionales no se restringen solo a las siguientes dimensiones, pero el uso de unidades estándares se recomienda para su reutilización en proyectos futuros.
- Altura del encofrado. 2,40 – 3,00 m. Los encofrados son diseñados para alturas entre el piso y el techo de hasta 3,00 metros con la posibilidades de variar estas ligeramente por la acción de husillos, o con el uso de medios túneles en el caso de alturas adicionales.
- Longitud del encofrado. Combinaciones de paneles de 2,00 – 2,50 – 3,00 m.
- Ancho del encofrado. 1,20 – 1,50 m. hasta 6 metros mediante piezas suplementarias.

Gráfica No. 4 Panel vertical

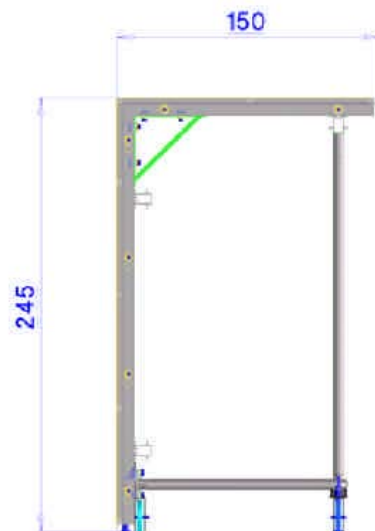


Gráfica No. 5 Panel

vertical



Gráfica No. 6 Sección de medio túnel



## B. Ventajas del Sistema

Ajustes rápidos de la construcción a la planificación de obra establecida: En las zonas de alta temperatura y/o con el tratamiento por calor, con el uso de hormigón ordinario, el ritmo normal es un día por ciclo Reducción en el tiempo total de la construcción: la instalación de todos los conductos de uso general en los medios túneles reduce el trabajo interno del acabado.

Economía por los reducidos tiempos de construcción.

Un ritmo diario perfecto para otros trabajos en la obra.

Una estructura monolítica con el encofrado simultáneo de los muros y de la losa.

Una superficie lisa que elimina mucho del trabajo de acabado: la superficie obtenida permite el uso directo de pintura o papel después de acondicionar la zona de empalme de los dos medios túneles.

Exactitud dimensional.

La estandarización de los trabajos de acabado como por ejemplo la carpintería, etc.

Un entorno de trabajo seguro.

### **C. Comparación con otros sistemas**

Menos elementos de la construcción (menos albañilería, ninguna madera ni clavos en el encofrado, etc.)

15% menos de peso en acero.

Menos trabajo.

Ventajas sobre otros sistemas convencionales después de 100 puestas.

### **D. Ciclo diario**

El procedimiento siguiente describe el ciclo diario de actividades, las cuales se combinan para producir una sección de la estructura, todas ellas son repetitivas para un proyecto particular dado.

Sin embargo, los métodos de formar los tacones, las terminaciones y las aberturas en las paredes o las losas pueden variar para los trabajos individuales.

El "ciclo diario" comienza temprano por la mañana y se termina sobre 8 horas bajo condiciones normales.

### **E. Colocación del encofrado**

Se limpian los encofrados túnel y se pone desencofrante en esta superficie limpia. Un segmento del encofrado túnel se fija en su lugar usando el tacón como guía.

Gráfica No.7 Fotografía del montaje del sistema



### **F. Colocación de hierro y conductos**

La estructomalla y los conductos eléctricos se colocan en el encofrado túnel progresivamente. De acuerdo con el diseño, los conductos de servicio son también instalados.

## **G. Fundición**

Las paredes, las losas y los tacones se funden en una sola operación.

## **H. Desencofrado**

Al día siguiente los encofrados están listos para ser desencofrados y volver a ser montados.

Se quitan las barras diwidag del encofrado. El encofrado túnel se retira mediante una grúa y se traslada para su siguiente uso.

## **I. Procedimiento**

En cada ciclo, la utilización del sistema requiere las siguientes operaciones:

- La colocación de la estructomalla vertical del muro, y marcos de puertas y ventanas.
- Desencofrado de una unidad (medio túnel), mediante la retirada de las barras diwidag que pasan a través de las paredes, abriendo las llaves del túnel y el desmontaje de las secciones.
- Retirada de los encofrados

### Montaje del Sistema Túnel (I)

- Colocación de un medio túnel. Un medio túnel se coloca sobre sus puntales con rueda.
- Colocación de conductos y de tubos para las barras diwidag. Antes de poner el encofrado en su posición final tocando el tacón, todos los conductos de uso general y tubos para las barras diwidag se colocan en la malla y el encofrado respectivamente.

- Colocación del encofrado para el muro de terminación. Colocar el encofrado para el muro de terminación en el primer medio túnel y fíjese mediante las barras diwidag.
- Nivelación del encofrado. Los bulones roscados logran la nivelación final del encofrado túnel. Una plomada se proporciona para controlar la altura.
- Colocación del segundo medio túnel. El segundo medio túnel se sube con la grúa y se nivela.
- Colocación del encofrado para el muro de cierre. Colocar el encofrado para el muro de terminación en el segundo medio túnel.
- Fijación de encofrados. Se colocan las tuercas en las barras diwidag y se aprietan.
- Fijación de los dos medios túneles. Se unen los dos medios túneles mediante cierres.
- Fijación de la terminación de la losa. La aleta superior de la terminación de la losa se sitúa y se fija.

#### Montaje del Sistema Túnel (II):

- Plataforma de seguridad. Después de recolocar los encofrados, las plataformas de desencofrado y las de los muros de terminación se toman de sus posiciones anteriores y se colocan en sus nuevas posiciones.
- Situar el tacón. Colocar el ensamblaje del tacón y fijarlo a las terminaciones de muro. Poner las terminaciones para el concreto en los sitios deseados.
- Fundición. Se puede proceder con la fundición.

Gráfica No. 8 Fotografía del sistema montado y fundición



#### Desmontaje del Sistema Túnel.

- Retirada de las barras diwidag y de las tuercas. Las barras diwidag y las tuercas se quitan.
- Retirada de las barras diwidag de los muros de terminación. Retirada de los cierres de la losa. Las terminaciones de la losa se liberan y se giran a la posición de desencofrado.
- Desencofrado de túneles. Cada mitad del encofrado túnel se baja mediante los husillos.
- Desplazamiento de los encofrados de túnel. El encofrado se desplaza manualmente hacia fuera sobre la plataforma de desencofrado y el arnés de elevación es asegurado para el desencofrado del túnel.
- Elevación del medio túnel. El encofrado se levanta mediante la grúa y se lleva a su siguiente planificación siguiendo el plan de obra del edificio.

- Apuntalamiento. El apuntalamiento, se realiza mediante dos filas de puntales telescópicos ajustables debajo de la losa que queda descubierta por el desencofrado de los túneles.
- Retirada de las terminaciones de muro. Las terminaciones de muro de la pared vertical se quitan.

Descripción del equipo:

El sistema se compone de los siguientes elementos:

- Encofrados medios túneles. La unidad estándar del encofrado túnel se compone de dos paneles (uno vertical y otro horizontal) dispuestos en forma de escuadra.
- El plano vertical está formado por un panel de aluminio de altura igual al muro que queremos realizar menos el grosor de la losa y menos 70 mm (o más si el tacón es mayor) para los husillos de nivelación; y el plano horizontal está compuesto por un panel de aluminio que representa la mitad del ancho de la losa del piso (máximo de 2.85 m para un ancho de losa de 5.70 m). Para anchos mayores se usan piezas suplementarias.
- Las superficies de los paneles que forman el encofrado túnel están hechas de aluminio de 3 mm. Están rigidizados mediante varios perfiles longitudinales y transversales.
- En el panel vertical se dispone de cuatro agujeros para barras diwidag (dos en el perfil transversal inferior y dos en el perfil transversal superior).
- Seis escuadras aseguran la perpendicularidad de los paneles horizontales y verticales.
- Dos husillos de nivelación en la base del panel vertical permiten el ajuste de la altura y la nivelación.

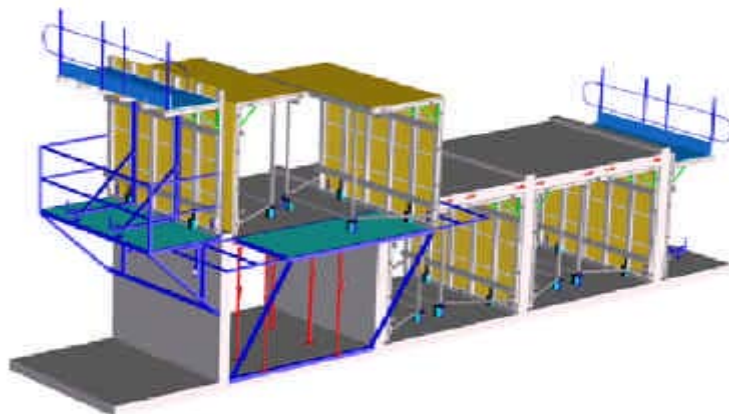
- Dos puntales de aluminio con ruedas, también provistos de husillos de nivelación, permiten regular la altura y desplazar con seguridad el encofrado túnel gracias a las ruedas situadas debajo del panel vertical. Estos puntales están conectados al panel vertical mediante dos tubos de aluminio en ángulo.
- Los extremos laterales de los paneles son perfiles con forma de U provistos de piezas cónicas para el ajuste y nivelación, lo que asegura el ajuste correcto de las unidades consecutivas. En la terminación del panel horizontal se dispone de varios cerrojos para el ensamblaje de dos medios túneles cara a cara.
- Encofrados de tacón. Estos encofrados son secciones de aluminio de medidas en proporción a la línea de las paredes del edificio. Se disponen de acuerdo con el plan de montaje proporcionado. Se fijan mediante las crucetas que se han dejado empotradas previamente en el encofrado, lo que permite la alineación y el ajuste de dicho encofrado. Su localización asegura automáticamente la colocación correcta de las paredes.
- Plataformas. Se disponen de tres plataformas: plataformas trepantes, plataformas de trabajo y plataforma de desencofrado.
- Plataformas trepantes. Se cuelgan en las caras ocultas de la estructura de hormigón y se emplean para soportar los encofrados de los muros externos y sus velas de alineación. Se equipan con vallas de seguridad según lo mostrado en la figura.

Gráfica No. 9 Sistema con plataformas



- Plataformas de desencofrado. Las plataformas de desencofrado se realizan mediante tableros de alta resistencia soportados por un Sistema de Anclaje Multifuncional que cumple la normativa actual en prevención de Riesgos Laborales (RD-1627/97).

Gráfica No. 10 Sistema con plataformas de montaje



Características del material de los tableros de las plataformas de desencofrado. Los anclajes tienen una resistencia superior a los 5.500 kg (sin deformación, ni rotura) y es capaz de soportar fuerzas dinámicas superiores a los 30 kn.

El anclaje multifuncional está insertado en el hormigón permitiendo una superficie de trabajo anexa que permite la tarea de desencofrado y la conexión de elementos de seguridad.

La doble regulación telescópica de los elementos de la plataforma hace que la precisión de su posicionamiento sea total, a la vez que permite una asculación de hasta 15 grados.

- Plataformas de trabajo. El sistema de anclaje embutido utilizado en las plataformas de desencofrado permite su uso para diversas tareas posteriores a la finalización de la fundición (acabados en la fachada, reparaciones, etc.).

Se enumeran debajo las tareas que deberían estar hechas antes de llegada del personal:

- Área de montaje. Preparar un área de montaje de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, dejando 2/3 de este área vacío para trabajar y el resto para apilar el material. Las pilas de material deben ser separadas unas de otras, un apilado para material como paneles, otro para plataformas, otro para cajas de accesorios, etc.
- El área de montaje debe estar dentro del alcance de la grúa y cerca de la cimentación o de la losa donde los encofrados serán utilizados la primera vez. La tierra debe ser relativamente firme y estar a nivel.
- Disponibilidad de la grúa. Durante el montaje, la grúa es necesaria de 2 a 4 horas diarias. Recomendamos que las horas exactas en que la grúa esté disponible para el montaje sean establecidas de antemano para dar al personal la posibilidad de organizar su trabajo, especialmente si no está disponible una grúa ligera para el proceso de montaje.

- Disponibilidad de mano de obra para el montaje. Es aconsejable que los futuros encofradores participen en el montaje. La experiencia demuestra que los trabajadores que participan en el proceso de montaje están más motivados y por lo tanto manejan los encofrados con una eficacia más alta.
- Un equipo de 7-10 trabajadores es necesario para un tiempo de montaje bueno y apropiado:-4-6 trabajadores para el montaje del encofrado y,-3-4 trabajadores para la fijación de plataformas y la formación de los primeros tacones.

#### Disponibilidad de herramientas.

- Escalera de mano, bomba para el aceite.
- -Sistema para soldar y máscara de seguridad.
- -Taladro y brocas.
- -Máquina amoladora y discos.
- -Cortador de oxígeno con botellas de gas y gafas de seguridad.
- -Sierra para metal, martillo.
- Cimentación. Si las cimentaciones están listas, los elementos del encofrado se pueden poner directamente en las localizaciones donde serán utilizados la primera vez.
- Disponibilidad de los dibujos de instalación. La posición exacta de todas las instalaciones que se fijarán a los encofrados se debe indicar en un dibujo especial. La mejor solución es preparar un dibujo de cada pieza de encofrado que indique los agujeros, o cualquier otra fijación, según el ciclo.

## Protección encofrado (I)

Códigos de los aceites preferidos para la capa protectora de la cara de acero del encofrado.

- -Castrol Rustilo DWX 32 (recomendado).
- -Castrol Rustilo DWX 31 Mobilarma 798.

Nota importante: El aceite rebajado con un 20% de petróleo crudo puede ser preferible para períodos de protección inferiores a 3 meses.

### Uso del aceite en las superficies:

- Usar el cepillo de esparto o similar sobre las superficies (el tamaño debe ser mínimo para no rayar las superficies). También se puede limpiar con una espátula.
- Limpiar las superficies a fondo con un disolvente.
- Las superficies deben ser secadas antes de aplicar el aceite.
- Para un mejor resultado, aplicar el desencofrante, usualmente con máquinas tipo sulfatadora.
- Apilar las superficies engrasadas de los paneles frente a frente.

Cantidad de uso. La cantidad típica de uso es 0,060 kg/m<sup>2</sup>.

### Otros:

- Asegurarse de que todos los husillos de los paneles verticales estén limpios y engrasados.

- No olvidarse de limpiar el hormigón de las cubiertas de las ruedas.
- Todos los orificios de los paneles horizontales y traseros deben ser cepillados y limpiado con petróleo crudo.
- Apilar los paneles del mismo tamaño cara a cara.

## Protección encofrado (II)

Protección de otros componentes aparte de los paneles:

- Todas las barras diwidag y sus tuercas se deben lubricar con aceite.
- Todas las piezas de conexión tales como piezas en forma de "U", los pernos, las tuercas, etc. se deben lavar con petróleo crudo y mantener en cajas cerradas.
- Los arneses de elevación y otras piezas diferentes (plataformas exteriores, etc.) se deben examinar ocularmente, proteger con aceite y cambiar en caso de necesidad.

## Plataformas

Las plataformas exteriores sólo se utilizarán para el desencofrado. No deben ser utilizados para otros usos.

Las plataformas exteriores se deben fijar con seguridad a la estructura de hormigón por medio del sistema de fijación empotrado.

Las operaciones de encofrado y desencofrado no se deben realizar con velocidades superiores a 45 km/h.

Se aconseja limpiar las superficies que tienen contacto con el hormigón con una espátula o un raspador y un sistema de agua a presión. Un cepillo de esparto también ayudará.

Esta operación no sólo alarga la vida de los encofrados sino que también aumenta la calidad del acabado del hormigón.

La integración de costos del sistema se presenta en el apéndice D. El cronograma de ejecución se presenta en el apéndice E.

Gráfica No. 12 Fotografía de vivienda terminada



Gráfica No. 13 Fotografía de varias viviendas terminadas



## No.1 Cuadro comparativo de sistemas

<b>Renglón</b>		<b>Costo sistema tradicional</b>		<b>Costo sistema propuesto</b>
Limpieza	Q.	500,00	Q.	500,00
Trazo	Q.	600,00	Q.	600,00
Cimentación	Q.	8.530,00	Q.	8.530,00
Levantado de muros	Q.	22409.00	Q.	9723.00
Losa	Q.	23412,00	Q.	7576.00
Repello	Q.	7.020,00	Q.	
Revestimiento	Q.	4.978,00	Q.	4.978,00
Piso cerámico	Q.	7.859,00	Q.	7.859,00
Puertas	Q.	3.600,00	Q.	3.600,00
Ventanas	Q.	6.000,00	Q.	6.000,00
Artefactos sanitarios	Q.	1.575,00	Q.	1.575,00
Azulejo	Q.	1.783,00	Q.	1.783,00
Agua potable	Q.	1.419,00	Q.	1.419,00
Drenajes	Q.	3.347,00	Q.	3.347,00
Instalación eléctrica	Q.	3.722,00	Q.	3.722,00
Pañuelos	Q.	1.300,00	Q.	1.300,00
Fletes	Q.	500,00	Q.	500,00
Alquileres varios	Q.	400,00	Q.	400,00
Imprevistos	Q.	5.000,00	Q.	5000.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q.</b>	<b>103,954,00</b>	<b>Q.</b>	<b>63,412,00</b>

No. 2 Cuadro de integración de costo unitario de muros y losas sistema Tipo Túnel.

<b>RENGLÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
Costo de formaleta	Unidad	1	Q.1,766,673.00	Q.1,766,763.00
Costo de formaleta por casa	Unidad	1,000		Q. 1,200.00
<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>				
Operarios (4)	Día	1	Q. 360.00	Q. 360.00
Ayudantes (3)	Día	1	Q. 150.00	Q. 150.00
Colocación de armadura	Unidad	1	Q. 360.00	Q. 1,200.00
Alquiler de Grúa	Horas	1	Q. 300.00	Q. 1,200.00
<b>MATERIALES</b>				
Estructomalla	Planchas	20	Q. 158.00	Q. 3,160.00
Concreto	m3	13	Q. 800.00	Q. 10,400.00
<b>TOTAL POR CASA</b>				<b>Q. 15,630.00</b>
<b>Costo por m2 de muro y losa</b>				<b>Q. 127.39</b>

## VI. CONCLUSIONES

- 1.- El tiempo de ejecución del sistema propuesto es mucho menor que el sistema tradicional, dado que el ciclo de levantado de muros y fundición de losa es de dos días, mientras que los mismos renglones en el sistema tradicional es de dos meses.
- 2.- Por lo anterior deducimos que ahorramos en los costos financieros del proyecto dado que si consideramos el valor del dinero en el tiempo, la recuperación del capital invertido es más rápida.
- 3.- Se tendrá mayor impacto en el mercadeo del proyecto, ya que se logrará atraer más compradores dado el tiempo menor de entrega de las viviendas.
- 4.- El ahorro de costos comparado con el sistema tradicional es de 39.00%, lo cual es significativo, pudiendo obtener mayor rentabilidad y ofrecer al público un descuento frente a la competencia que utiliza el sistema tradicional.
- 5.- El sistema de formaleta tipo túnel está calculado para ser utilizado en proyectos de vivienda en serie, con un total de vida útil de 1000 usos.
- 6.- El sistema propuesto se puede utilizar para edificaciones de más de un nivel.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.- Se recomienda el análisis y comparación del sistema propuesto con los otros sistemas utilizando formaletas metálicas en muros.
- 2.- Se deben analizar los costos con el sistema propuesto en edificios y compararlos con los sistemas utilizados actualmente.
- 3.- Se recomienda visitar algunos de los proyectos construidos con el sistema de formaleta tipo túnel en los países vecinos y que presentan condiciones geológicas similares al nuestro.
- 4.- Se recomienda realizar un estudio de mercado para analizar la aceptación de este sistema de construcción.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

F.H.A. 1987. *Normas de planificación y construcción*. Guatemala, 110 pp.

Peurifoy, R. 1956. *Construction planning, equipment, and methods*. New York, McGraw-Hill. 534 pp.

Elsby, W. 1981. *The engineer and construction control*. Londres, Thomas Telford limited, 88 pp.

Suárez, Carlos. 1971. *Costo y tiempo en edificación*. 2da. ed. México D.F. Limusa- Wiley, S.A. 334 pp.

## IX. APÉNDICE

### A. Terminología

Con el propósito de tener más claridad en cuanto a los términos utilizados en el presente trabajo y tomando en consideración que no existe una terminología estándar en el campo de la construcción, se define a continuación los términos utilizados.

- Sistema tradicional:

Es el sistema de construcción de edificaciones comúnmente utilizado en los últimos años en Guatemala, el cual consiste en cimientos armados con concreto y acero, muros de bloque liviano o de concreto, ensabietado, repello, cernido, losas de concreto armado o bien estructuras metálicas con lámina de Zinc o de fibro-cemento, pisos de cemento líquido, granito o cerámico.

- Bloque liviano:

Bloque elaborado con arena pómez, agua y cemento compactado en un molde, ya sea en máquina manual o hidráulica, su resistencia promedio a la compresión es de 15 Kg. / m<sup>2</sup>.

- Bloque de concreto:

Bloque elaborado con pedrín, agua y cemento compactado en un molde, ya sea en máquina manual o hidráulica, su resistencia promedio a la compresión es de 25 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Sabieta:

Mezcla de arena de río cernida con cemento y agua, se utiliza con el propósito de impermeabilizar los muros, esto se produce al sellar los poros

del bloque, así mismo es una base para el repello, la cual mejora su adherencia y empareja la superficie.

- Repello:

Mezcla de arena amarilla, cal, cemento y agua, se aplica después del ensabietado y sirve para emparejarla superficie del muro, sirviendo de base para el cernido.

- Cernido:

Mezcla de arena blanca, cal, cemento y agua, se aplica después del repello y sirve para dar el acabado final a los muros o cielos, puede tener diferentes texturas.

- Base para piso:

Esta es una losa utilizada para soportar el piso cerámico, alfombra u otro material, construida con granza de arena amarilla, cemento y agua.

- Cimiento corrido:

Estructura base de soporte para los muros, construida de concreto armado.

- Muro de bloque reforzado:

Estructura constituida por bloques de liviano o de concreto pegados con sabieta y reforzados con columnas y soleras de concreto armado.

- Concreto armado:

Estructuras construidas con acero, armado de diferentes formas y fundidas con concreto.

- Granza:

Subproducto de la arena amarilla luego de pasarla a través de un tamiz de ¼" para utilizarla en mezcla para repello.

- Losa prefabricada:

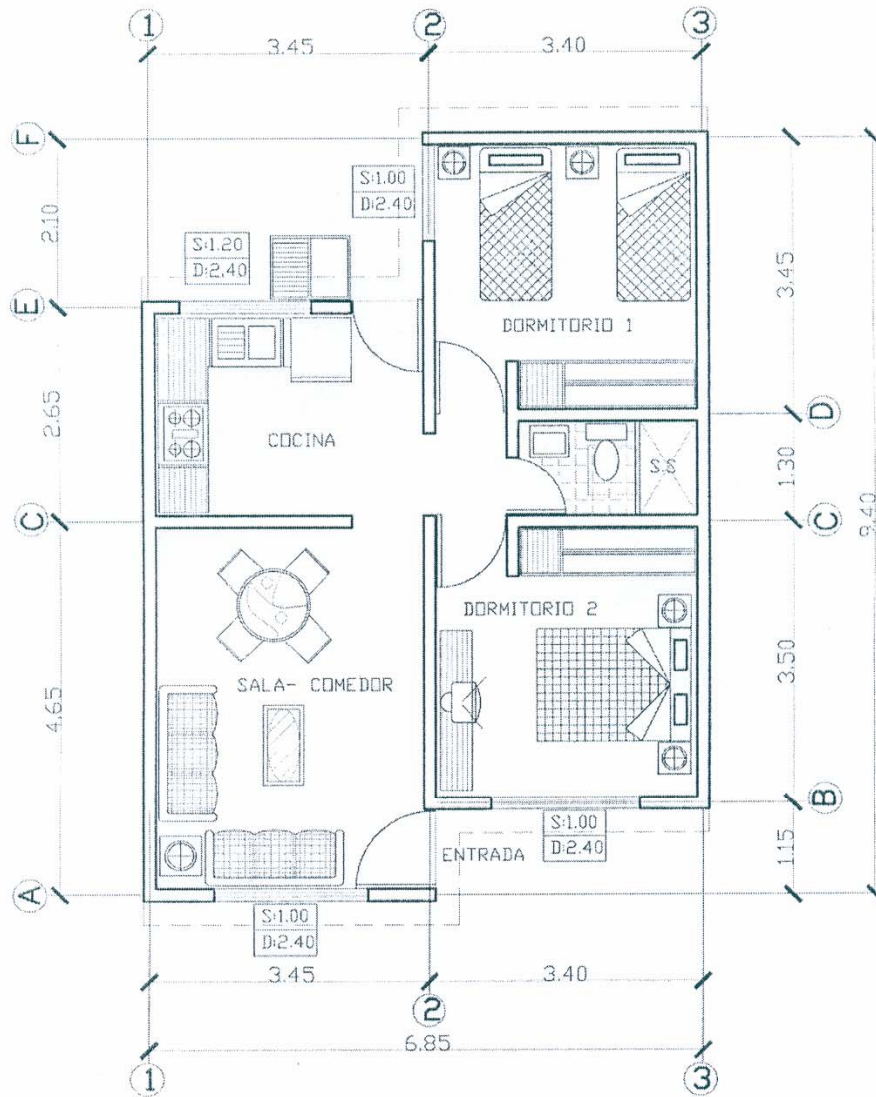
Elemento estructural para cubiertas o entrepisos conformado por viguetas, bovedillas, electromalla y elementos rigidizantes, utiliza una fundición de concreto de un mínimo de 0.05 mts.

- Encofrado:

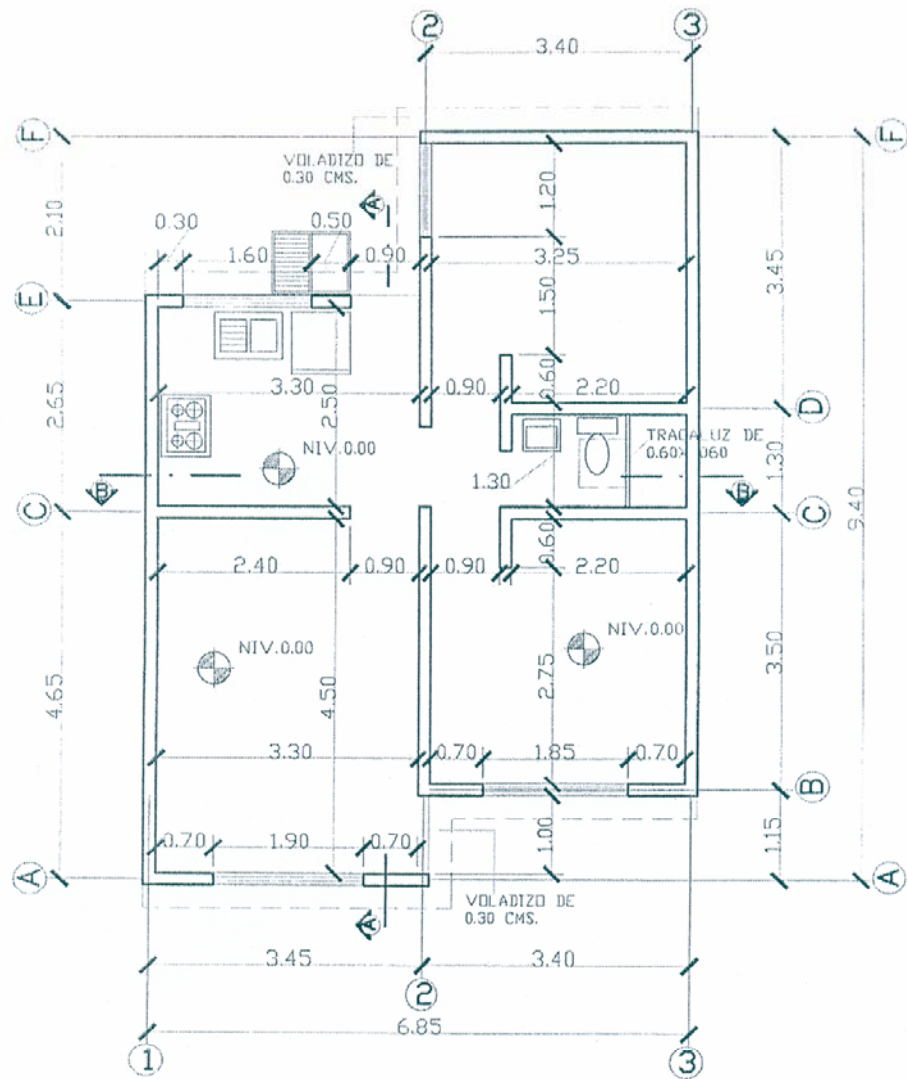
Moldes utilizados para la fundición de elementos de concreto, generalmente se utiliza madera o metal.

- Apuntalado:

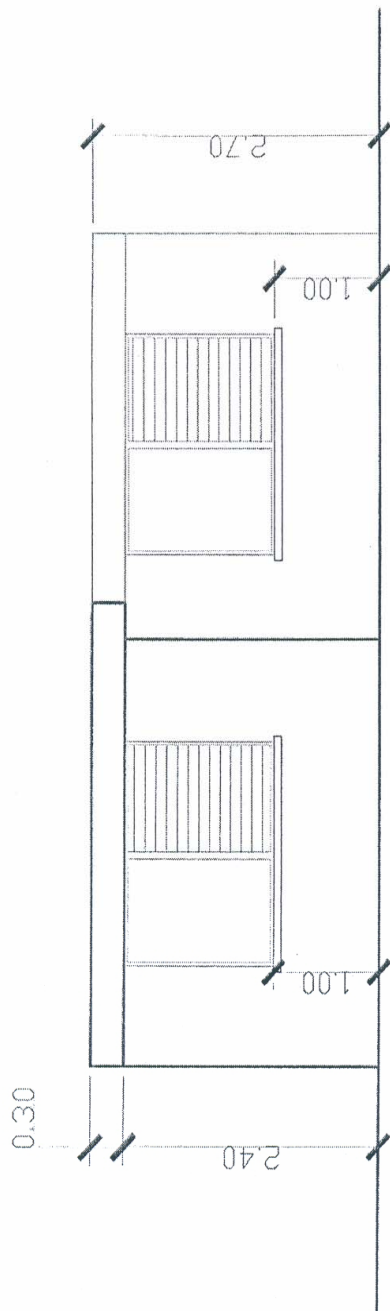
Sistema de soporte de formaletas, utilizado para fundición de losas o vigas o columnas.



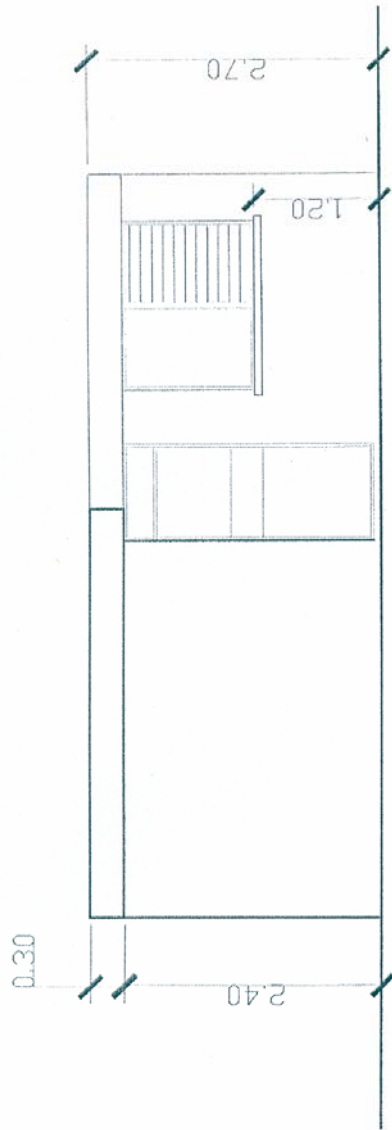
PLANTA AMUEBLADA



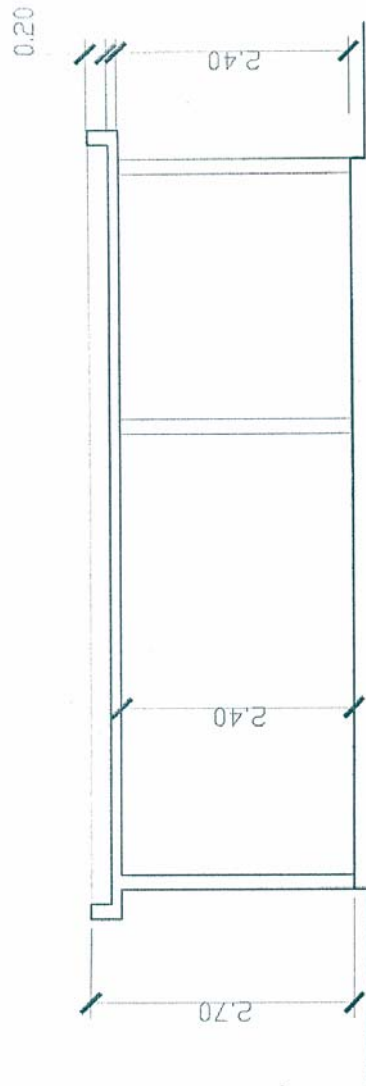
PLANTA ACOTADA



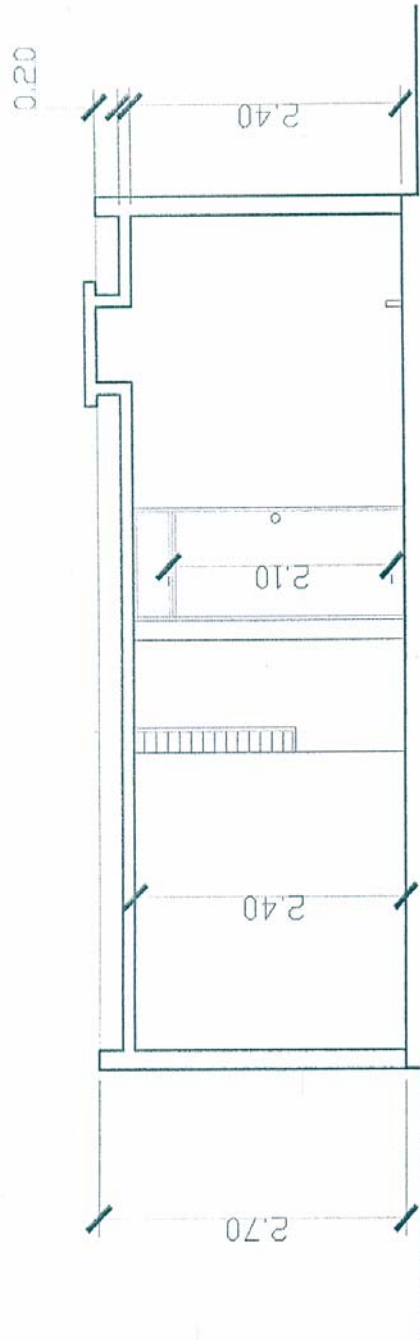
ELEVACION FRONTAL



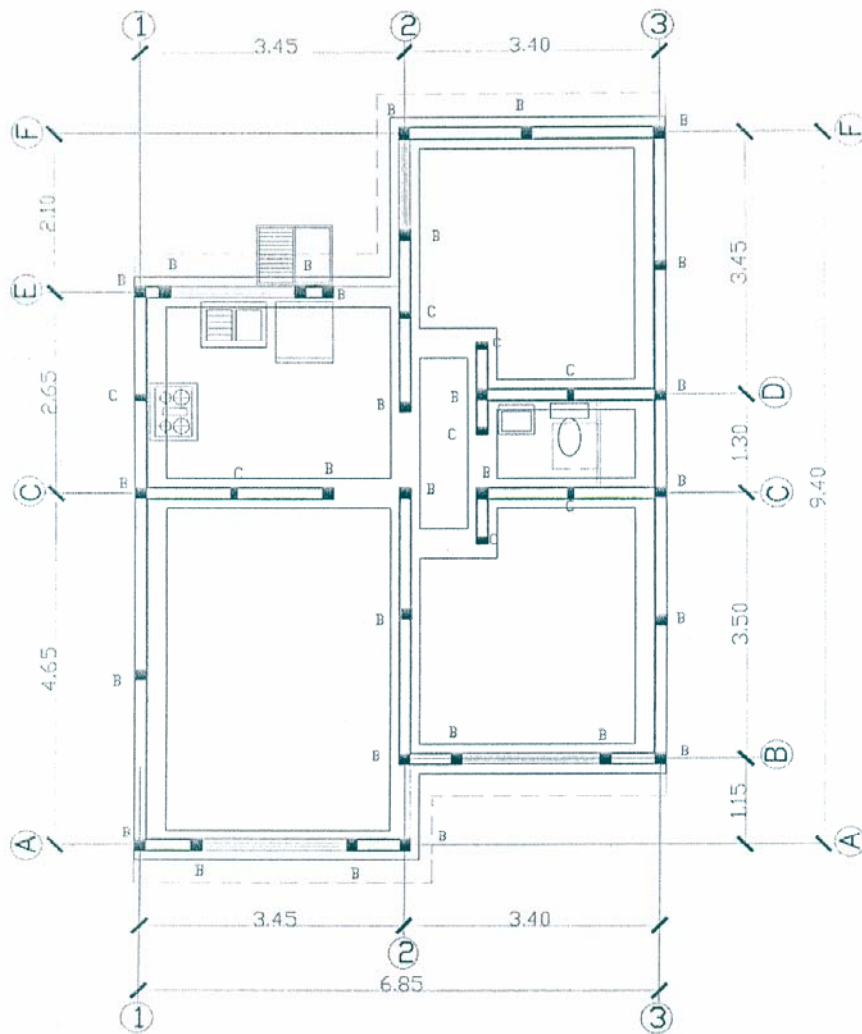
ELEVACION POSTERIOR



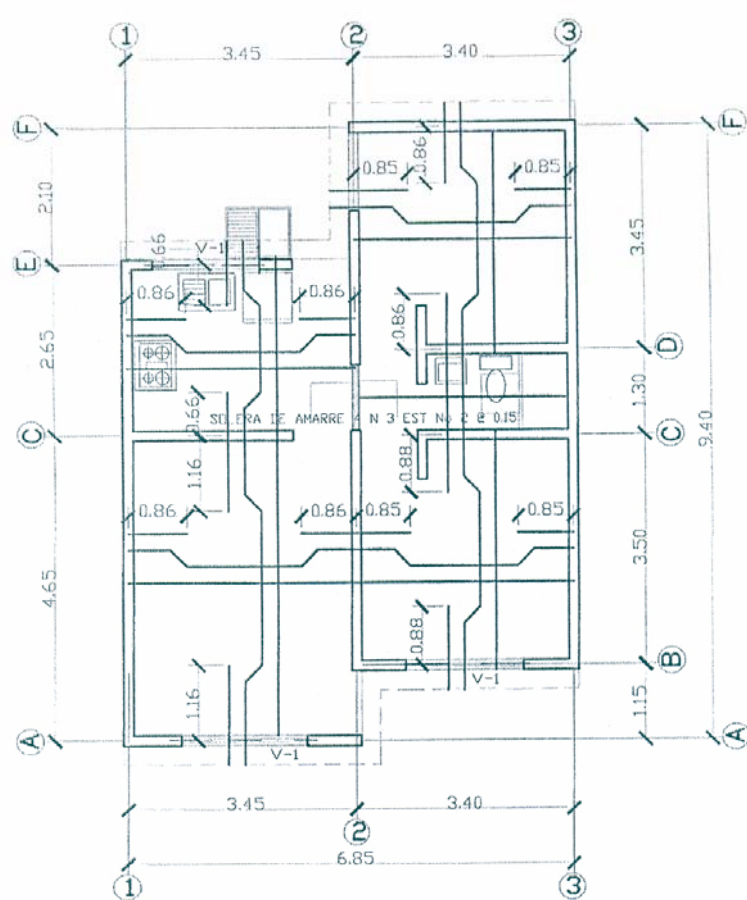
SECCION A-A



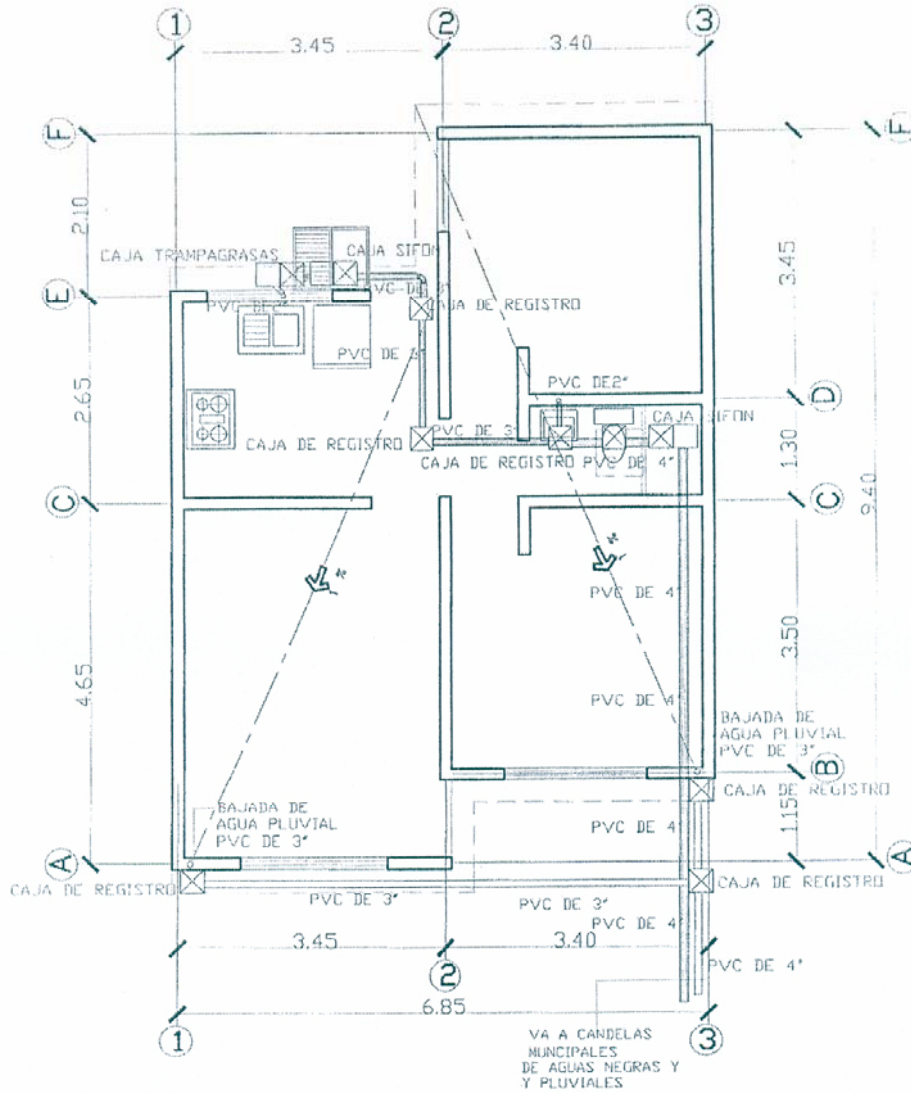
SECCION B-B



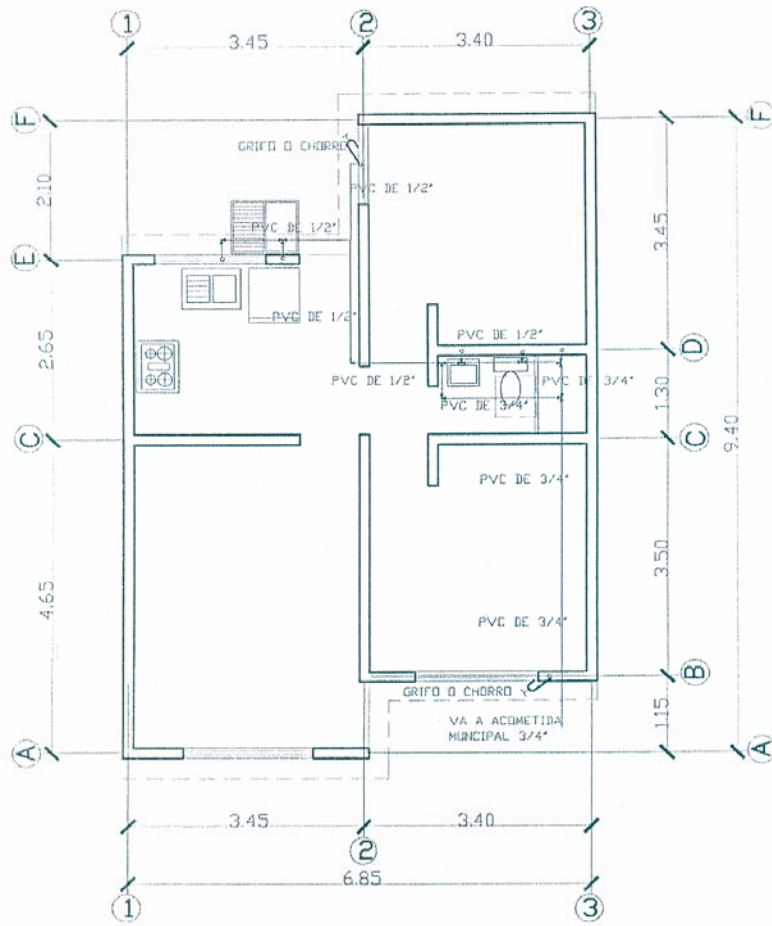
PLANTA DE CIMENTACION



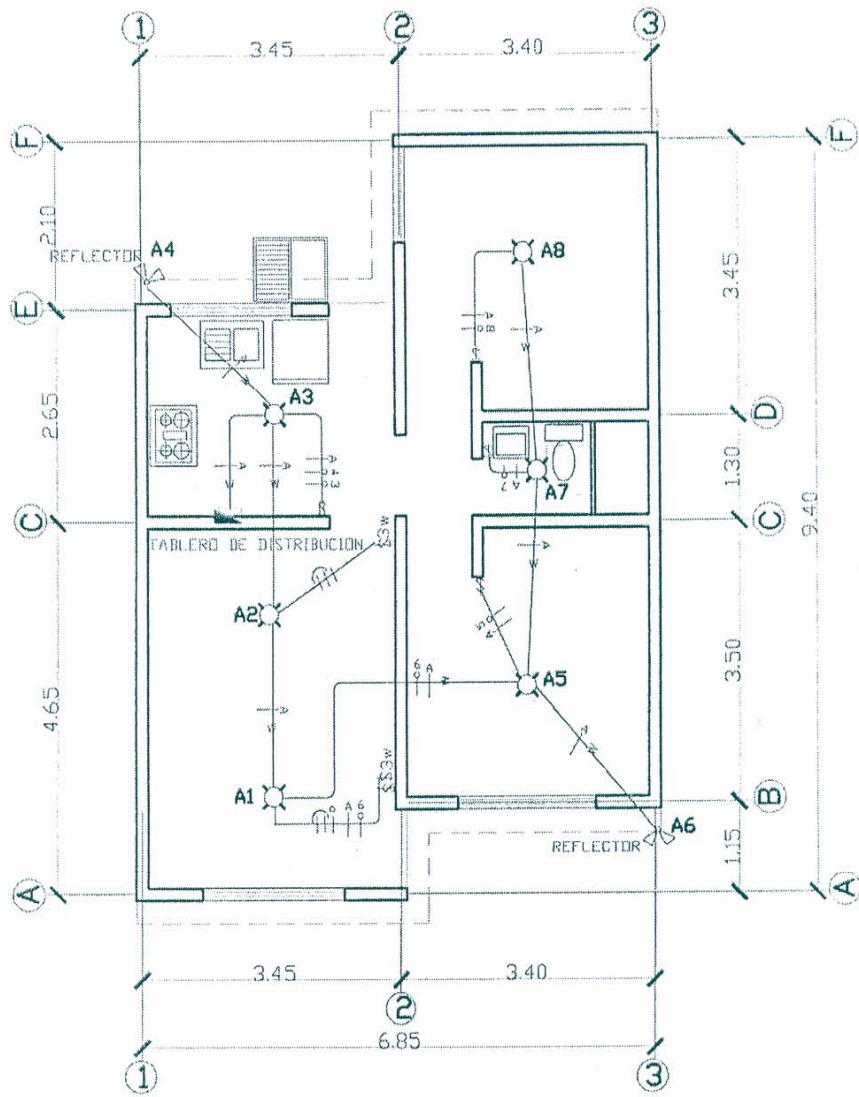
PLANTA DE ARMADO DE LOSA



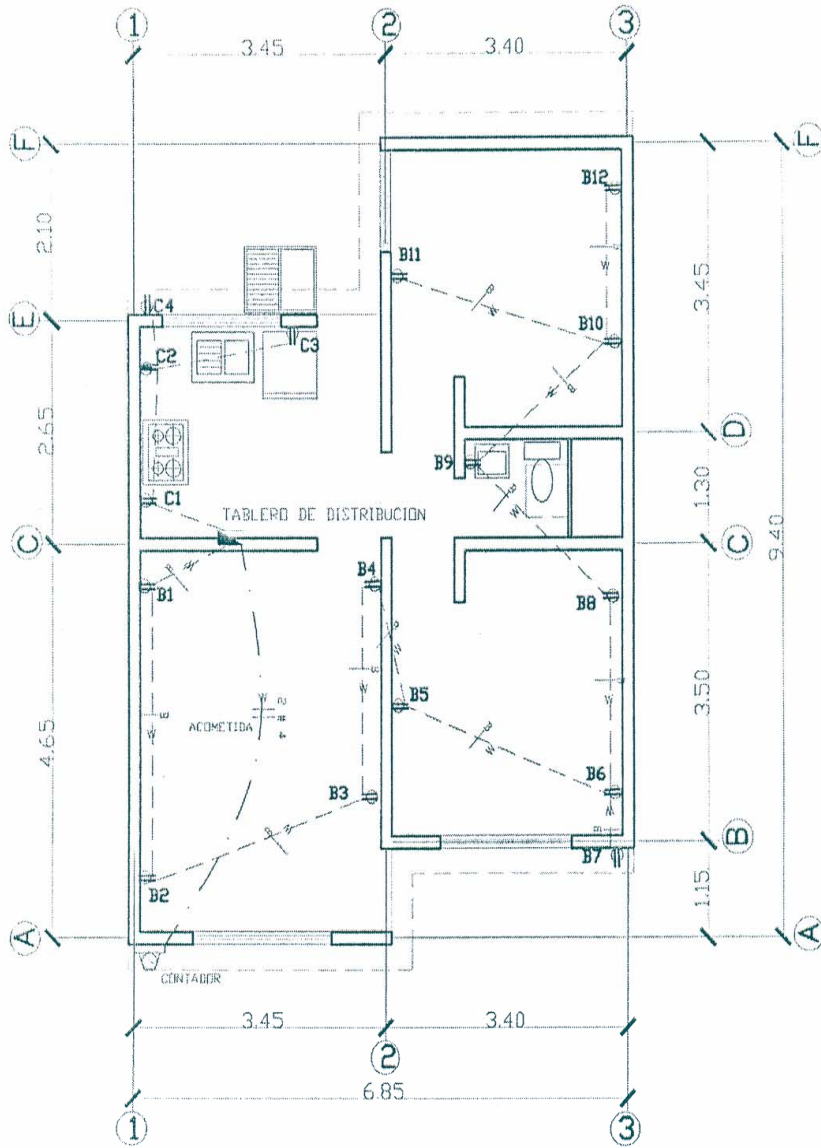
PLANTA DE DRENAJES



PLANTA DE AGUA POTABLE



PLANTA DE ILUMINACION



PLANTA DE TOMACORRIENTES

## C. Presupuesto

## PRESUPUESTO SISTEMA TRADICIONAL

Reglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total	Subtotal
1	Tazo	U	1	Q600,00	Q600,00	Q600,00
2	Cimentación	M.L.	47,8			Q6.265,00
	Hierro 3/8"	qq	95,6	Q20,00	Q1.912,00	
	alambre de amarre	lbs	10	Q2,50	Q25,00	
	Concreto	m3	3,824	Q680,00		
	cemento	bolsa	34,416	Q39,00	Q1.342,22	
	arena de río	m3	2,2944	Q80,00	Q183,55	
	pedrín	m3	2,94448	Q140,00	Q412,23	
	Mano de obra	ml	47,8	Q50,00	Q2.390,00	
	Levantado de Muros	m2	20			Q2.264,40
	block de 0.15	U	300	Q2,50	Q750,00	
	block U	U	0	Q3,00	Q0,00	
	cemento	saco	2,4	Q39,00	Q93,60	
	arena	m3	0,26	Q80,00	Q20,80	
	mano de obra	m2	20	Q70,00	Q1.400,00	
3	Levantado de Muros	m2	76,56			Q8.668,12
	block de 0.15	U	1148,4	Q2,50	Q2.871,00	
	block U	U	0	Q3,00	Q0,00	
	cemento	saco	9,1872	Q39,00	Q358,30	
	arena	m3	0,99528	Q80,00	Q79,62	
	mano de obra	m2	76,56	Q70,00	Q5.359,20	
	Soleras	ml	144			Q7.591,80
	hierro de 3/8"	ml	96	Q18,00	Q1.728,00	
	hierro de 1/4"	ml	111,84	Q11,00	Q1.230,24	
	alambre de amarre	lbs	28,8	Q2,50	Q72,00	
	Concreto	m3	3,24	Q680,00		
	cemento	bolsas	29,16	Q39,00	Q1.137,24	
	arena de río	m3	1,944	Q80,00	Q155,52	
	pedrín	m3	2,592	Q140,00	Q362,88	
	madera					
	clavo	lbs	8,64	Q3,00	Q25,92	
	Mano de obra	ml	144	Q20,00	Q2.880,00	
	Columnas	ml	102			Q6.149,53
	hierro de 3/8"	ml	68	Q22,00	Q1.496,00	
	hierro de 1/4"	ml	78,22	Q11,00	Q871,42	
	alambre de amarre	lbs	20,4	Q2,50	Q51,00	
	Concreto	m3	2,295	Q680,00		
	cemento	bolsas	20,655	Q39,00	Q805,55	
	arena de río	m3	1,377	Q80,00	Q110,16	
	pedrín	m3	1,836	Q140,00	Q257,04	
	madera				Q500,00	
	clavo	lbs	8,12	Q3,00	Q24,36	
	Mano de obra	ml	102	Q20,00	Q2.040,00	
4	Techo de Losa de concreto de 0.1 m.	m2	59,66			Q23.412,21
	losa prefabricada	m2	0	Q160,00	Q0,00	

## PRESUPUESTO SISTEMA TRADICIONAL

	hierro de 3/8"	var	249	Q22,00	Q5.478,00	
	alambre de amarre	lbs	120	Q2,50	Q300,00	
	paral	u	178,98	Q25,00	Q4.474,50	
	Concreto	m3	2,983	Q680,00		
	cemento	bolsas	26,847	Q39,00	Q1.047,03	
	arena de rio	m3	1,7898	Q80,00	Q143,18	
	pedrin	m3	2,3864	Q140,00	Q334,10	
	curacreto	u				
	clavos	lbs	100	Q3,00	Q300,00	
	tabla	U	59,66	Q40,00	Q2.386,40	
	parales	U	0	Q28,00	Q0,00	
	Mano de Obra	m2	59,66	Q150,00	Q8.949,00	
5	<b>Repello (Incluye cielos)</b>	m2	262			Q7.020,06
	arena amarilla	m3	3,4846	Q80,00	Q278,77	
	cemento	bolsas	10,5324	Q39,00	Q410,76	
	cal	bolsas	31,3876	Q22,00	Q690,53	
	madera				Q400,00	
	Ajuste cielo tablayeso	U	0	Q49.000,00	Q0,00	
	Mano de Obra	m2	262	Q20,00	Q5.240,00	
	cornido plastico	m2	262	Q19,00	Q4.978,00	Q4.978,00
6	<b>Piso cerámico</b>	m2	67			Q7.859,10
	concreto	m3	3,35			
	cemento	bolsas	20,1	Q39,00	Q783,00	
	arena de rio	m3	2,01	Q80,00	Q160,80	
	pedrin	m3	2,68	Q130,00	Q348,40	
	piso	m2	67	Q70,00	Q4.690,00	
	cemento blanco	lbs	67	Q3,00	Q201,00	
	Mano de Obra	m2	67	Q25,00	Q1.675,00	
7	<b>Puertas</b>					Q3.600,00
	de 0.9	U	3	Q600,00	Q1.800,00	
	de 1.0 metal	U	2	Q900,00	Q1.800,00	
	principal	U	0	Q6.000,00	Q0,00	
	portones	U	0	Q4.000,00	Q0,00	
	Zocalo	ML	0	Q65,00	Q0,00	
8	<b>Ventanas</b>	m2	10	Q600,00	Q6.000,00	Q6.000,00
	de hierro con cuadros de 0.2x0.15					
9	<b>Artefactos sanitarios</b>					Q1.575,00
	inhodoro	U	1	Q600,00	Q600,00	
	lavamanos	U	1	Q300,00	Q300,00	
	ducha	U	1	Q300,00	Q300,00	
	lavatrastos	U	0	Q1.700,00	Q0,00	
	Mano de Obra	U	3	Q125,00	Q375,00	
10	<b>Azulejos</b>	m2	8	Q190,00	Q1.520,00	Q1.783,00
	cemento	bolsas	1	Q39,00	Q39,00	
	cemento blanco	lbs	8	Q3,00	Q24,00	
	Mano de Obra	m2	8	Q25,00	Q200,00	
11	<b>Instalación de agua potable</b>					Q1.419,25

## PRESUPUESTO SISTEMA TRADICIONAL

tubo PVC 3/4	tubo	1,5	Q20,50	Q30,75	
tubo PVC 1/2	tubo	1,5	Q16,00	Q24,00	
codos a 90 3/4		1	Q2,00	Q2,00	
codos a90 1/2		17	Q2,00	Q34,00	
tee 3/4		8	Q2,00	Q12,00	
tee 1/2		2	Q2,00	Q4,00	
reducidor de 3/4 a 1/2		5	Q2,50	Q12,50	
codo a 90 con rosca 1/2		0	Q2,50	Q0,00	
adaptador macho de 1/2		6	Q2,50	Q15,00	
tangit	U	2	Q24,00	Q48,00	
teflon		4	Q3,00	Q12,00	
lija				Q0,00	
tubo PVC 3/4 agua caliente	tubo	0	Q70,00	Q0,00	
tubo PVC 1/2 agua caliente	tubo	0	Q25,00	Q0,00	
codos lisos 3/4		0	Q3,00	Q0,00	
codos lisos 1/2		0	Q3,00	Q0,00	
tee 3/4		0	Q3,00	Q0,00	
tee 1/2		0	Q3,00	Q0,00	
reducidor de 3/4 a 1/2		0	Q3,00	Q0,00	
adaptador macho de 1/2	U	0	Q4,00	Q0,00	
calentador de agua	U	0	Q3.000,00	Q0,00	
grifos	U	3	Q20,00	Q60,00	
contador	U	1	Q275,00	Q275,00	
llave de globo	U	1	Q50,00	Q50,00	
llave de paso	U	1	Q40,00	Q40,00	
bomba de agua	U	0	Q3.000,00	Q0,00	
cisterna	U	0	Q3.000,00	Q0,00	
Mano de Obra	U	1	Q800,00	Q800,00	
<b>12 Instalación de drenajes</b>					Q3.347,50
PVC 3"	tubo	3	Q88,00	Q198,00	
PVC 4"	tubo	2	Q111,00	Q222,00	
PVC 11/4"	tubo	0,5	Q31,00	Q15,50	
PVC BAP 3"	tubo	1	Q60,00	Q60,00	
codo de 1 1/4		2	Q12,00	Q24,00	
codo de 2	U	0	Q20,00	Q0,00	
codo de 3		2	Q24,00	Q48,00	
codo de 4		0	Q35,00	Q0,00	
tee de 3		0	Q40,00	Q0,00	
tee de 4		0	Q68,00	Q0,00	
tangit		0,2	Q400,00	Q80,00	
reposaderas		0	Q25,00	Q0,00	
cajas de registro	U	7	Q100,00	Q700,00	
cajas trampa de grasa	U	1	Q200,00	Q200,00	
fosa séptica	U	0	Q3.000,00	Q0,00	
pozo de absorción	u	0	Q1.500,00	Q600,00	
pila	U	1	Q200,00	Q200,00	
Mano de Obra	U	1	Q1.000,00	Q1.000,00	
<b>13 Instalación eléctrica</b>					Q3.722,88
poliducto de 3/4	pie	200	Q0,22	Q44,00	
cajas octogonales	U	8	Q1,72	Q13,76	
cajas rectangulares	U	16	Q1,32	Q21,12	
alambre cal. 12	m.l.	120	Q2,00	Q240,00	
alambre cal. 14	m.l.	40	Q1,80	Q72,00	
tomacorrientes tipo de dados	U	16	Q12,00	Q192,00	
interruptores tipo plástico	U	8	Q10,00	Q80,00	

## PRESUPUESTO SISTEMA TRADICIONAL

	flipones de 20 A.	U	2	Q30,00	Q60,00	
	caja de flipones	U	1	Q150,00	Q150,00	
	contador	U	1	Q250,00	Q250,00	
	acometida	U	1	Q600,00	Q600,00	
	Meno de Obra	U	24	Q100,00	Q2.400,00	
14	Mezclón	m2	52	Q25,00	Q1.300,00	Q1.300,00
15	pintura	m2	262	Q12,00	Q3.144,00	Q3.144,00
	Transportes					Q500,00
	Alquiler de andamios					Q400,00
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q101.599,85</b>
16	Imprevistos	5%				Q5.079,99
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q106.679,85</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>Q106.679,85</b>

D. Programas de trabajo

