



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN  
UNIDAD ACADÉMICA

Ing. JOSE PAULO MEJORADA MOTA  
Jefe de Carrera de Ingeniería Civil  
P R E S E N T E .

En atención a su solicitud de fecha 13 de abril del año en curso, - por la que se comunica que el alumno JOSE RUBEN GONZALEZ VICTORIA, de la carrera de INGENIERO CIVIL, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "EL FERROCEMENTO UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA ECONOMICA", y - como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión, así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, le reitero las seguridades de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., Abril 23 de 1993.  
EL JEFE DE LA UNIDAD

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

- c.c.p. Ing. Manuel Martínez Ortiz, Jefe del Departamento de Servicios Escolares.
- c.c.p. Ing. José Mario Avulos Hernández, Asesor de Tesis.
- c.c.p. Interesado.

AIR\*vid.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### INTRODUCCION

1. Situación de la vivienda en la República Mexicana. 1
2. Materiales de la vivienda en la República Mexicana. 1
3. Proyección de demanda de materiales para la construcción de vivienda. 3
4. Características de la vivienda en países seleccionados. 3
5. Problemática para la construcción de la vivienda económica en países en vías de desarrollo. 4
6. Necesidades de vivienda particular para la República Mexicana. 8

### I. ESTUDIOS Y CLASIFICACION DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN AL FERROCEMENTO.

- I.1. Introducción. 9
- I.2. Materiales que constituyen al ferrocemento. 11
- I.3. Malla de refuerzo. 11
- I.4. El cemento. 15
- I.5. El agregado. 21
- I.6. El agua. 28

### II. APLICACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO A LA VIVIENDA.

- II.1. Antecedentes. 32
- II.2. Experiencias de aplicación de tableros de ferrocemento a la vivienda en la República Mexicana. 33
- II.3. Experiencias de aplicación de tableros de ferrocemento a la vivienda en otros países. 37
- II.4. Propuesta de un prototipo de vivienda. 40

III. PROPUESTA DE UN TABLERO PROTOTIPO DE FERROCEMENTO.	
III.1. Requerimientos arquitectónicos y estructurales.	45
III.2. Procedimiento de fabricación de un tablero de ferrocemento.	47
III.3. Procedimiento constructivo para la vivienda prototipo.	49

IV. ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS.

IV.1. Introducción.	53
IV.2. Presupuesto para la propuesta 1. Vivienda prototipo con materiales tradicionales.	59
IV.3. Presupuesto para la propuesta 2. Vivienda prototipo con cubierta de ferrocemento.	59
IV.4. Presupuesto para la propuesta 3. Vivienda prototipo con muros y cubierta a base de tableros de ferrocemento.	59

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	71
---------------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	77
-----------------------------	----

ANEXOS.	79
---------	----

Tablas.

Figuras.

Basicos y matrices de precios unitarios empleados en la elaboración de presupuestos.

## INTRODUCCION.

### 1. SITUACION DE LA VIVIENDA EN LA REPUBLICA MEXICANA.

El censo de 1990 registró un total de 16,197,802 viviendas (tabla 1), de las cuales 16,183,310 son particulares y 14,492 colectivas.

Este total de viviendas, comparado con el de 1970, de 8,286,369 significa una tasa de crecimiento media anual de 3.4 %, dato que resulta superior al crecimiento de la población (2.6 %) en el mismo período.<sup>1</sup>

El promedio de ocupantes por vivienda (tabla 1), se redujó en las últimas décadas al pasar de 5.8 en 1970 a 5.0 en 1990.<sup>1</sup>

En el país, 65.5 % de las viviendas particulares tienen tres o más cuartos (tabla 2), contra 23.5 % de dos cuartos y solamente 10.5 % con un cuarto. Entendiendo por un cuarto a un espacio independiente.

### 2. MATERIALES DE LA VIVIENDA EN LA REPUBLICA MEXICANA.

El material empleado en la construcción de las viviendas es una característica útil para determinar las condiciones de vida de la población.

Los resultados censales indican que en las paredes, en la mayoría de las viviendas, predominan los materiales durables, ya que el 69.5 % tienen paredes de tabique, ladrillo, block, piedra o cemento, (tabla 3) y 14.6 % de adobe; también es notorio que el 8.1 % cuentan con paredes de madera. En contraste solamente el 6.4 % de las viviendas están construidas con paredes de materiales ligeros.<sup>1</sup>

En relación a las paredes de las viviendas por entidad federativa, se tiene que el Distrito Federal (tabla 4) presenta

la mayor proporción de viviendas con paredes de materiales sólidos (tabique, ladrillo, block, piedra o cemento), le siguen Nuevo León, Querétaro, Estado de México, Colima y Sinaloa. Por otro lado, las entidades con mayor proporción de viviendas con paredes de menor calidad son: Tabasco, Chiapas y Guerrero (tabla 4).

En la República Mexicana, el 51.0 % de las viviendas particulares son techadas con losa de concreto armado (tabla 5), tabique o ladrillo; 17.9 % con lámina de asbesto o metálica; y 9.6 % con teja.<sup>1</sup>

Por otra parte, se tiene que 18.2 % de las viviendas son techadas con materiales ligeros (lámina de cartón; y palma, tejamanil o madera).

Otro dato característico que registró el censo de 1990 fué de que Aguascalientes es la entidad federativa con mayor proporción de viviendas cuyos techos son de materiales resistentes (losa de concreto, tabique o ladrillo), con un valor de 87.0 % (tabla 5); le siguen el Distrito Federal (80.6 %), Jalisco (73.8 %), Nuevo León (72.9 %) y Sinaloa (70.3 %) a la vez las entidades con menor proporción de viviendas que disponen con techos de ésta característica son: Chiapas, Oaxaca y Tabasco.

Otro indicador útil para conocer la calidad de la vivienda y, en consecuencia, las condiciones de vida de la población es la proporción de viviendas con piso de tierra.

Así, en México, esta proporción ha disminuido de manera significativa en las últimas décadas, al pasar de 41.1 % en 1970 a 19.5 % en 1990 (tabla 7); en tanto se incrementó la proporción de viviendas con piso de cemento o firme, madera, mosaico y otros recubrimientos.<sup>1</sup>

Al interior de la República Mexicana, se tiene que el Distrito Federal observa sólo el 2.1 % de viviendas particulares con piso de tierra (tabla 8); le siguen, en orden ascendente, Nuevo León con 6.0 % y Aguascalientes con 6.6 %, Chiapas con 48.7 % y Guerrero con 46.9 %.

### 3. PROYECCION DE DEMANDA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología efectuó estimaciones acerca del requerimiento de materiales para la construcción de vivienda que se necesitarán hasta el año 2000 (tabla 9). Incluyen tanto a básicos como complementarios y componentes. Los cálculos de las proyecciones se realizaron con base en las metas de construcción del sector público. La demanda crecienete de materiales tiene una relación directa con el crecimiento de la población, de ahí los incrementos anuales constantes<sup>2</sup>.

El costo de edificación de la vivienda económica ha registrado hasta ahora un incremento constante a causa del aumento de los precios de los materiales de construcción, aún cuando el costo real de la mano de obra ha disminuido.

En los últimos años, en el interior de la República los costos de edificación de la vivienda resultan un poco más elevados que en el Distrito Federal<sup>3</sup>.

### 4. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA EN PAISES SELECCIONADOS.

Un indicador de bienestar es la posesión de vivienda. Con objeto de apreciar la diferencia que existe entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, tanto en el número de personas por vivienda como en los servicios con que cuentan, en la tabla 10; se manifiestan tales diferencias, donde México se ubica en un nivel intermedio.

Se destaca que un porcentaje elevado de viviendas propias no implica necesariamente que tengan el mejor servicio, como es el caso de la India. Existen países en donde casi todas las viviendas poseen todos los servicios como España, Francia, Reino

Unido, Estados Unidos y Canadá, además de concentrar la menor densidad de personas por vivienda.<sup>1</sup>

##### 5. PROBLEMATICA PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA ECONOMICA EN PAISES EN VIAS DE DESARROLLO.

Los impedimentos relacionados para la consecución de soluciones efectivas a la problemática de la vivienda, pone en evidencia que el problema no es un asunto tecnológico exclusivamente, cuya solución se base únicamente en el diseño. Intervienen, como todos sabemos múltiples factores, que a la larga, son más determinantes que los aspectos de diseño y tecnología en sí. Se reafirma cada vez más que es un problema de orden social que depende más de acciones políticas que de acción puramente técnica en el campo de la construcción.<sup>2</sup>

Eso significa que a los directamente involucrados en resolver este problema se les presentan perspectivas amplias para un ejercicio profesional como diseñadores no solamente de las edificaciones sino también de tecnologías de construcción, donde éstas tendrían que emerger de una orientación completamente distinta de donde han surgido las que actualmente se emplean.

Este planteamiento poseerá las variables que permitirán a los involucrados tomar decisiones que concurren para que el producto satisfaga totalmente los objetivos establecidos.

Es alentadora la preocupación por la vivienda económica, manifestada en diferentes países al igual que en México, donde se coordinan programas de producción masiva de viviendas.<sup>2</sup>

Es oportuno mencionar que para la obtención de resultados satisfactorios ya sea tanto técnicos como de la modelación de la vivienda en sí, el planteamiento surgirá desde luego de un trabajo en conjunto, no sólo por los profesionales del diseño o de la construcción, debido a que no tienen la visión global del problema a resolver, porque hay una serie de labores inherentes a



otros especialistas como pueden ser, sociólogos, economistas y políticos. Lo más importante es que las decisiones sean tomadas en conjunto, coordinados bajo un marco de referencia único y con pleno conocimiento de las decisiones que se tomen ya que repercutirán en el resultado final<sup>2</sup>.

Para que se satisfagan las exigencias de seguridad, durabilidad, sencillez de producción, construcción, con un incremento simultáneo de la economía, la solución debe ser técnicamente satisfactoria. Plásticamente hermosa será la solución que se adapte en mejor forma al medio en el cual se utiliza, sea urbana o rural; que permita versatilidad en las configuraciones, es decir distintas formas de vivienda para distintos modos de vida; que haga posible el mejoramiento progresivo en cuanto a la incorporación de acabados, instalaciones y elementos de confort. La reunión de éstas condiciones deberá ser la búsqueda fundamental, además de tener muy en cuenta que hay dos grandes problemas que afrontar: la cantidad y la calidad de las viviendas económicas, sin olvidar que económico es un concepto íntimamente ligado a la capacidad adquisitiva de la población a la cual va dirigida la solución de la vivienda.

En México como en cualquier lugar del mundo se han establecido parámetros de requerimientos mínimos de área y precios máximos de venta, definiéndose las áreas de albergue para distintos niveles de ingreso de la población y es desde luego la referencia común para establecer las condicionantes de tipo económico principalmente que privarán en el diseño, tanto de la vivienda como de las estrategias de los procedimientos de fabricación a seguir<sup>2</sup>.

Si bien están surgiendo y surgirán nuevas tecnologías de construcción, no es deseable que se haga a un lado lo que se ha desarrollado hasta el presente; se deberán evaluarlas y tomar de ellas todo lo que pueda resultar positivo para la producción de viviendas a corto plazo.

La versatilidad, es decir, la posibilidad de ofrecer soluciones a

necesidades distintas, determina, en el caso de tecnologías industrializadas, los tipos y cantidades de componentes de la vivienda. El uso de técnicas no tradicionales genera la falacia sobre la rigidez que éstas le imponen al diseño. La realidad es que muy pocos esfuerzos se han concentrado en la búsqueda de soluciones atractivas, desde el punto de vista arquitectónico, que cumplan con los objetivos de seguridad y bajo costo. A esto hay que añadir que los costos de los insumos de la construcción se incrementan día a día, en tal magnitud que para lograr costos de construcción accesibles para la población de bajos ingresos, se tienen que realizar todo tipo de suertes, sacrificando en muchas ocasiones los aspectos estéticos, que en definitiva, es lo que ocasiona la crítica fundamental y en parte el rechazo hacia las tecnologías industrializadas, particularmente hacia la prefabricación.<sup>2</sup>

La depauperización en la mayoría de los países, agudizada en los últimos años por una recesión económica ha incidido favorablemente en una toma de conciencia sobre éstos problemas, lo que hace necesario insistir en la búsqueda de soluciones, a través de la racionalización del uso de los insumos en las propuestas de técnicas de construcción como en el diseño de las edificaciones.

Al satisfacer las exigencias de seguridad que se originan del planteamiento estructural, comúnmente determina la configuración espacial de las viviendas, por lo que la toma de decisiones en esta etapa del proceso se encuentra que para satisfacer los requerimientos de seguridad de una edificación en cuyo proceso de diseño sólo se toman en cuenta los aspectos formales como los estéticos y funcionales, se necesitarán de mayores cantidades de materiales, lo que se traduce en menor eficiencia y mayor costo.<sup>2</sup> Las exigencias de durabilidad constituyen un factor determinante para elegir los materiales y su tratamiento; por ésto las técnicas orientadas al desarrollo de nuevos materiales exigen un profundo conocimiento de las debilidades y bondades que éstos

tienen, a fin de desarrollar estructuras eficientes y seguras desde el punto de vista de su comportamiento estructural, sino ante otras variables que, en el caso de la vivienda tienen tanto peso como las de orden técnico, como son la factibilidad de producción y los costos.

El uso de materiales tradicionales como son los bloques de mortero, el concreto en sus múltiples opciones, el acero y la madera, entre los más usuales, no garantiza la eficacia de las soluciones si éstas no son racionales. Una concepción racional significa el aprovechamiento máximo de sus propiedades físico-mecánicas, de su capacidad resistente y, por supuesto, de la disponibilidad de los mismos en la zona.<sup>2</sup>

Los tiempos de ejecución constituyen un factor fundamental en la selección de tal o cual tecnología, por cuanto los problemas de déficit habitacional son apremiantes, por ello cabe preguntarse si es posible resolver o disminuir en términos cuantitativos, el problema a corto plazo, mediante el uso de técnicas tradicionales. Porque el hecho de construir viviendas con mampostería, haciendo uso intensivo de mano de obra para acortar los tiempos de ejecución, incidirá finalmente en los costos. En este sentido la tecnología de la prefabricación presenta la ventaja de la producción en avance y de la simultaneidad de operaciones.

Las formas de producción de viviendas van a influir en selección de los tipos estructurales y las relaciones geométricas que deben adoptarse. El diseño mediante la aplicación de tecnologías industrializadas debe tomar en cuenta aspectos adicionales a los comúnmente analizados en la construcción tradicional; si se trata de la tecnología de la prefabricación es fundamental tomar en consideración la ubicación de cada componente en la vivienda, su forma de ensamblaje en obra para analizar el comportamiento individual de cada componente y del conjunto, tanto desde el punto de vista de la conformación espacial como del comportamiento estructural.<sup>2</sup>

El medio físico en el cual se actuará debe ser considerado como variable por las condiciones de ubicación, ya sea el medio urbano o rural, clima, riesgo de sismos u otras eventualidades; que puedan exigir consideraciones particulares en cuanto a la configuración física, los tipos estructurales y las formas de producción a adoptar.

Las exigencias de confort constituyen posiblemente la variable más polémica, por cuanto la asociación "bajo costo-confort" parece una meta inalcanzable. Sin embargo, el planteamiento de dotar a la vivienda de los servicios mínimos, agua y electricidad, optimizando la ubicación y el diseño de las redes, abre la posibilidad de reducir costos en éste renglón, sin sacrificar su calidad y eficiencia. Con estas economías se podrán satisfacer otros requerimientos como podrían ser el confort térmico o acústico, o lo más deficiente, en el caso de la vivienda económica, el confort espacial.<sup>2</sup>

#### 6. NECESIDADES DE VIVIENDA PARTICULAR PARA LA REPUBLICA MEXICANA.

Como un elemento más para percibir la magnitud del déficit habitacional que aqueja a nuestro país y obviamente la importancia en buscar soluciones a corto plazo que coadyuven a aminorar este problema, en la tabla 11 se indican las proyecciones de viviendas para los próximos años, para tal efecto sólo se considera un aspecto, el de incremento poblacional, sin tomar en cuenta las que se requieren por deterioro. Como complemento en la tabla 12, se muestra el comportamiento que se prevee tendrá la participación de los sectores que participan en la solución de la problemática habitacional.<sup>2</sup>

## I. ESTUDIOS Y CLASIFICACION DE LOS MATERIALES QUE CONSTITUYEN AL FERROCEMENTO.

### I.1. INTRODUCCION.

El ferrocemento es un tipo de material, compuesto, donde los materiales que lo integran, generalmente de consistencia frágil, llamada matriz, se refuerzan con fibras dispersas a través del compuesto, dando como resultado mejores comportamientos estructurales que el comportamiento individual<sup>1</sup>. El uso de fibras para reforzar una matriz frágil realmente no es una idea nueva. El antiguo uso de la paja en los tabiques y el pelo en el mortero puede decirse que antecede al uso convencional del concreto de cemento Portland, pero el mismo nombre de ferrocemento implica la combinación de un producto ferroso con cemento<sup>4</sup>.

En general, el ferrocemento se considera como una forma altamente versátil de un material compuesto hecho de mortero de cemento y capas de malla de alambre, o de un emparrillado de acero de diámetro pequeño similar, que es una forma especial del concreto reforzado, muestra un comportamiento tan diferente del concreto reforzado común en cuanto a su funcionamiento efectivo, resistencia y aplicaciones potenciales, que debe ser clasificado como un material totalmente separado<sup>5</sup>.

En estructuras de ferrocemento racionalmente diseñadas, el refuerzo consiste en una malla de alambre de diámetro pequeño en las cuales se hacen uniformes la proporción y distribución del refuerzo al extender las mallas de alambre a través del espesor del elemento. La dispersión de las fibras en la matriz frágil ofrece no solamente posibilidades convenientes y prácticas de lograr mejoras en muchas de las posibilidades físicas del material, tales como fractura, resistencias a la tensión y a la flexión, flexibilidad, resistencia a los esfuerzos de trabajo y

al impacto, sino también ventajas en términos de fabricación en productos y elementos. Estas ventajas y lo novedoso del concepto han estimulado lo que ahora está considerado como de interés mundial en el uso del ferrocemento. Por consiguiente el ferrocemento puede definirse de la siguiente manera: "ferrocemento es un tipo de construcción de concreto reforzado con espesores delgados, en el cual, generalmente, el cemento hidráulico está reforzado con capas de malla continua de diámetro relativamente pequeño. La malla debe ser de material metálico de diferentes patrones de entramado".

La idea básica en apoyo a este material es que el concreto puede sufrir deformaciones importantes en la cercanía del refuerzo y la magnitud de las deformaciones depende de la distribución y subdivisión del refuerzo a través de la masa del mortero.

Las mallas de alambre generalmente tienen diámetros de 0.05 a 0.1 cm y separaciones que varían de 0.5 a 2.5 cm. El espesor de las secciones de ferrocemento varía de 1.0 a 5.0 cm. El mortero consiste en cemento Portland ordinario, agua y agregado finamente granulado (arena)<sup>4</sup>.

El ferrocemento dentro de ciertos límites de carga se comporta como un material elástico, homogéneo y estos límites son más amplios que los del concreto normal. La distribución uniforme y la elevada relación del área de superficie con el volumen (superficie específica) del refuerzo, da como resultado un mejor mecanismo de restricción de grietas, esto es, la propagación de grietas se detiene, originando una alta resistencia a la tensión del material.

El ferrocemento se usa en estructuras de espesores delgados en donde la resistencia y la rigidez se desarrollan mediante la forma del elemento. Tiene la gran ventaja de ser moldeable y de poder construirse de una sola pieza. Otra de sus ventajas principales son su bajo costo, y sus características de incombustibilidad y su alta resistencia a la corrosión.<sup>5</sup>

## I.2. MATERIALES QUE CONSTITUYEN AL FERROCEMENTO.

Un tablero de ferrocemento es, generalmente, de sección delgada y consiste en capas de malla de alambre impregnadas con una mezcla muy rica (elevada proporción de cemento en relación con la arena) de mortero de cemento y curada durante un periodo especificado.

## I.3. MALLA DE REFUERZO.

Uno de los componentes esenciales del ferrocemento es la malla de alambre. La malla generalmente consiste en alambres delgados, ya sean entretrejidos o soldados para formar la malla, pero el requisito principal es que sea fácil de manejar y, si fuera necesario, lo suficientemente flexible para poderla doblar en las esquinas agudas. La función de la malla de alambre y de la varilla de refuerzo es, en primer lugar, actuar como marco para dar forma y para sostener el mortero en estado fresco. Cuando endurece el mortero, la función de la varilla es absorber los esfuerzos de tensión sobre la estructura, que el mortero por sí solo no podría soportar.<sup>5</sup>

Durante su vida, una estructura está sujeta a muchos golpes, torceduras y dobleces que dan como resultado grietas y fracturas, a no ser que se introduzca suficiente acero de refuerzo para absorber estos esfuerzos. El grado a que se reduzca esta fracturación de la estructura depende de la concentración y dimensiones del refuerzo ahogado.<sup>6</sup> El comportamiento mecánico del ferrocemento depende en mucho tipo, cantidad, orientación y propiedades de la resistencia de la malla. Los principales tipos de malla de alambre que se utilizan actualmente por su facilidad de adquisición en el mercado, se describen a continuación.

### I.3.1. Malla de alambre hexagonal.

Esta es la malla más popular y más comunmente usada y está disponible en la mayor parte de los países. Es la más económica y la de manejo más fácil. Se le conoce como malla de alambre de gallinero y se fabrica con alambre estirado en frío, que generalmente se entreteje en patrones hexagonales.<sup>6</sup> La malla de alambre utilizada en el ferrocemento por lo general tiene un diámetro de 0.05 a 0.01 cm, y las aberturas de la malla varían de 1.0 a 2.5 cm. En la mayor parte de los casos no es necesario que la malla sea de alambre soldado. Las mallas galvanizadas estándar, galvanizadas después de tejidas, son adecuadas. Es excelente la combinación de alambre no galvanizado con varilla de acero no galvanizada, pero el problema de la oxidación por intemperismo limita su uso.<sup>5</sup>

#### I.3.2. Malla de alambre soldado.

En esta malla generalmente se utiliza alambre de calibre dieciocho o diecinueve. Este alambre está hecho de acero con resistencia a la tensión, mediana o alta, y es mucho más rígido que el que se utiliza en las mallas hexagonales. Algunos constructores prefieren este tipo de malla ya que puede moldearse más fácilmente, conformándose a las curvas deseadas de la estructura, produciendo líneas más suaves. Desafortunadamente, la malla de alambre soldado tiene la posibilidad de presentar puntos débiles en las intersecciones, que resultan de una soldadura inadecuada durante la fabricación de la malla.<sup>6</sup> Esta deficiencia puede imponer serias limitaciones aún cuando se emplee un alambre de acero de alta resistencia para lograr una mejor malla. Por lo general la malla de alambre soldado, al igual que otros tipos de malla, se galvaniza después de soldada.

#### I.3.3. Malla de alambre entretejida.

En este tipo de malla, los alambres están simplemente entretejidos al tamaño de la cuadrícula deseada y no están soldados en la intersecciones. Los alambres de la malla no están



perfectamente derechos y existe cierto grado de ondulación. No obstante esta malla se comporta también o mejor que las mallas soldadas o las hexagonales. Uno de los problemas con esta malla es que es difícil mantenerla en una posición, pero al estirarla, fácilmente se somete a las curvas deseadas<sup>4</sup>.

#### I.3.4. Malla de metal desplegado.

Existe otro tipo de malla que algunas veces se usa en la construcción con ferrocemento, conocida como de metal desplegado. Se forma cortando una hoja delgada de metal para hacer aberturas en forma de diamante<sup>5</sup>.

El proceso de fabricación es menos laborioso que el método usado para fabricar la malla hexagonal de alambre o la malla de alambre soldado. Es bien sabido que el metal desplegado, por su peso, no es tan resistente como la entretrejida, pero en cuanto a la relación que existe entre el costo y la resistencia, el metal desplegado tiene mayor ventaja. No parece haber desventajas importantes en el uso del metal desplegado, y de hecho existen ventajas inherentes tales como una buena adherencia mecánica y facilidad de colocación. Una pequeña desventaja del metal desplegado es que tiende a abrirse debido a la acción de "tijera" de la malla en forma de diamante. Obviamente existe un límite en cuanto al tamaño y al peso del metal desplegado que puede usarse para evitar esta acción de "tijera".

#### I.3.5. Acero de refuerzo empleado como armazón.

El acero de refuerzo del armazón, como su nombre lo indica, se emplea generalmente para hacer el armazón de la estructura sobre la cual se colocan las capas de malla. El tipo de acero de refuerzo empleado para este fin es en forma de barras conocida comunmente como varilla, y tanto las varillas longitudinales como las transversales se distribuyen uniformemente y se amoldan a la forma deseada. Las varillas se separan lo más posible hasta una distancia de 30 cm, donde no son tratadas como refuerzo

estructural, sino que frecuentemente se les considera como varillas de separación para los refuerzos de la malla.<sup>1</sup>

En algunos casos especiales el acero del armazón se separa a una distancia de 7.5 cm de centro a centro, actuando así como un elemento principal de refuerzo con malla de alambre, esto se justifica cuando las estructuras se vayan a someter a elevados esfuerzos de trabajo.

En la construcción con ferrocemento se usan varillas de acero de varias clases. Su resistencia, acabado superficial, recubrimiento de protección y tamaño, afectan su comportamiento como elemento de refuerzo del compuesto. Por lo general, tanto para la dirección longitudinal como para la transversal, se usan varillas de acero dulce y solamente en situaciones especiales se utilizan varillas de acero de alta resistencia. El tamaño de la varilla varía de acuerdo al trabajo específico requerido, siendo el más común el de un cuarto de pulgada de diámetro conocido comunmente como alambrón.

#### I.3.5.1. Características del acero.

El acero es un compuesto que consiste casi totalmente de hierro (normalmente más de 98 %). Contiene también pequeñas cantidades de carbono, sílice, manganeso, azufre, fósforo, y otros elementos. El carbono es el elemento que tiene mayor efecto en las propiedades del acero. La dureza y la resistencia aumentan a medida que el porcentaje de carbono se eleva, pero desgraciadamente el acero resultante es más quebradizo y su soldabilidad disminuye considerablemente. Una menor cantidad de carbono hace al acero más suave y más dúctil pero también menos resistente. La adición de elementos tales como cromo, sílice y níquel produce aceros considerablemente más resistentes.

Los diámetros usuales de las barras producidas en México, varían de 0.25 a 1.5 pulgadas, (algunos productores en México han fabricado barras corrugadas de 5/16 y 5/32 de pulgada). Todas las barras, con excepción del alambrón de 0.25 de pulgada, que

generalmente es liso, tienen corrugaciones en la superficie, para mejorar su adherencia al concreto.

Generalmente el tipo de acero se caracteriza por el límite o esfuerzo de fluencia. Este límite se aprecia claramente en las curvas esfuerzo-deformación de barras laminadas en caliente. El acero de alta resistencia no tiene un límite de fluencia bien definido. En este caso, el límite de fluencia suele definirse trazando una paralela a la parte recta del inicio de la curva esfuerzo-deformación, desde un valor de la deformación unitaria de 0.002; la intersección de esta paralela con la curva define el límite de fluencia.

En México se cuenta con una variedad relativamente grande de aceros de refuerzo. Las barras laminadas en caliente pueden obtenerse con límites de fluencia desde 2 300 hasta 4 200 kg/cm<sup>2</sup>. El acero de alta resistencia alcanza límites de fluencia de 4 000 a 6 000 kg/cm<sup>2</sup>. Una propiedad importante es la facilidad de doblado, que es una medida indirecta de ductilidad y un índice de su trabajabilidad.

#### I.4. El CEMENTO.

En un sentido más amplio, el cemento puede describirse como un material con propiedades de adherencia y cohesión que lo hacen capaz de aglutinar fragmentos minerales en una masa compacta. El material adhesivo o matriz en el ferrocemento lleva el nombre de mortero. Normalmente esta hecho de cemento Portland y arena común de sílice. En presencia del agua, el cemento reacciona para formar un gel cementante que con el tiempo produce una masa firme y dura, es decir, la pasta de cemento endurecida. Las propiedades del mortero se rigen por el tipo y calidad de los materiales que lo constituyen, la proporción en que están combinados, sus condiciones de preparación y factores ambientales?

Los requisitos generales para los elementos de ferrocemento son:

que tenga resistencia a la compresión, impermeabilidad, dureza y resistencia al ataque químico, lo más elevadas posibles y, tal vez el factor más importante de todos, que su consistencia se mantenga uniforme, compacta, sin huecos, detrás de las concentraciones del refuerzo y de las telas de alambre. La resistencia del mortero es inversamente proporcional a su relación agua/cemento, en tanto que su trabajabilidad es directamente proporcional a la cantidad de agua utilizada.

Muchos de los cementos se han elaborado para asegurar la buena durabilidad del mortero en diversas condiciones ambientales. Sin embargo, no ha sido posible encontrar en la constitución del cemento una respuesta total al problema de la durabilidad del mortero.

Existen diversos tipos de cemento disponibles comercialmente, de los cuales el cemento Portland es el más conocido y el de más fácil adquisición. Los elementos de la variedad Portland, producidos actualmente, son muy adecuados para satisfacer los propósitos de la construcción con ferrocemento.

#### I.4.1. Tipos de cemento Portland adecuados para la construcción de ferrocemento.

Los diferentes tipos de cemento Portland se fabrican para satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para objetos especiales. La American Society for Testing and Materials (ASTM) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), describen cinco tipos de cemento Portland (los tipos son I,II,III,IV,V).

##### I.4.1.1. Tipo I ASTM, NOM (Normal).

Este tipo es para uso general. Es el adecuado para todos los usos en que no se requieran las propiedades especiales de los otros tipos. Se usa donde el cemento no está sujeto al ataque de factores específicos, como a los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor

generado en la hidratación?

I.4.1.2. Tipo II ASTM, NOM (Moderado Calor de Hidratación).

El cemento tipo II se usa cuando sean necesarias precauciones contra el ataque moderado por los sulfatos. El cemento tipo II genera usualmente menos calor, más despacio que el cemento tipo I o Normal. Con su uso, se disminuye al mínimo la elevación de temperatura, lo que es especialmente importante cuando el mortero se cuele en climas cálidos?

I.4.1.3. Tipo III ASTM, NOM (Rápido Fraguado).

Este tipo de cemento permite obtener con rapidez, elevadas resistencias, usualmente en una semana o menos. Se usa cuando se tienen que retirar los moldes lo más pronto posible, o cuando la estructura se debe poner en servicio rápidamente. En tiempo frío, su uso permite producir el período de curado. Aunque pueden obtenerse rápidamente resistencias equivalentes empleando mezclas más ricas con cemento tipo I o Normal, el tipo III o de Rápido Fraguado puede proporcionar el endurecimiento rápido mejor y/o más económico?

I.4.1.4. Tipo IV ASTM, NOM (Reducido Calor de Hidratación).

El cemento del tipo IV es para usarse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo. El cemento tipo IV adquiere resistencia más despacio que el cemento del tipo I o Normal. Sus propiedades son las necesarias para usarse en estructuras de gran masa?

I.4.1.5. Tipo V ASTM, NOM (Resistente a los Sulfatos).

Este tipo de cemento se usa solamente en concreto sujeto al efecto intenso de los sulfatos. Se usa principalmente donde los suelos o el agua subterránea tenga una concentración elevada de sulfatos. Su resistencia aumenta más lentamente que en el cemento tipo I o Normal?

#### I.4.1.6. Cemento Portland Puzolanico.

El cemento portland puzolánico se obtiene al moler juntas o combinar mezclas de cemento Portland y puzolanas. La puzolana es un material natural o artificial que contiene sílice en una forma reactiva y puede representar hasta el 40 % de la cantidad total de material del cemento. Sin embargo, por regla general los cementos Portland puzolanicos adquieren su resistencia muy lentamente y requieren curarse durante un tiempo comparativamente largo, pero su resistencia última es aproximadamente la misma que la del cemento Portland tipo I o Normal. El cemento Portland puzolanico muestra buena resistencia al ataque de sulfatos y a otros agentes destructivos, y es recomendable su empleo en el ferrocemento. Otras ventajas en el empleo de este tipo de cemento son su precio competitivo en comparación con el del cemento Portland normal y su bajo calor de hidratación.<sup>5</sup>

#### I.4.2. Propiedades del cemento Portland.

La mayor parte de las especificaciones para cemento Portland limitan la composición química y algunas propiedades físicas del cemento. El conocimiento del significado de algunas de estas propiedades es provechoso para interpretar los resultados de las pruebas del cemento.

##### I.4.2.1. Finura.

La finura del cemento afecta la rapidez de la hidratación. Al aumentar la finura del cemento aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia. Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros siete días. Al aumentar la finura, el agua necesaria para obtener un concreto con un cierto revenimiento disminuye hasta alcanzar los elevados grados de finura del tipo III o de Rápido Fraguado.<sup>9</sup>

#### I.4.2.2. Firmeza.

La firmeza es la cualidad que una pasta de cemento endurecida tiene al conservar su volumen después de haber fraguado. La falta de firmeza o dilatación destructiva diferida la producen las cantidades excesivas de magnesia o cal libre muy quemada. Desde la adopción de la prueba de la dilatación en el autoclave por la ASTM en 1943, prácticamente no han ocurrido casos de dilatación anormal atribuibles a la falta de firmeza?

#### I.4.2.3. Tiempo de fraguado.

Se efectúan pruebas para determinar si una pasta de cemento permanece en estado plástico el tiempo suficiente como para permitir un colado sin difíciles operaciones de terminado. El período en el cual la mezcla permanece plástica generalmente depende más de la temperatura y del contenido de agua que del tiempo de fraguado del cemento?

#### I.4.2.4. Falso fraguado.

El falso fraguado se pone en evidencia por una gran pérdida de plasticidad, sin generar mucho calor poco después de haber mezclado el mortero. Si se mezcla más sin añadir agua, la plasticidad se puede recuperar. Desde el punto de vista del manejo y del colado, las tendencias al falso fraguado del cemento no producirán dificultades donde se mezcle el mortero un tiempo mayor que el usual o donde se vuelva a mezclar sin añadir agua antes de transportarlo o de colarlo. El uso de aditivos químicos puede retrasar la ocurrencia del falso fraguado hasta después de la mezcla?

#### I.4.2.5. Resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión del cemento Portland, según la especificación de la ASTM y NOM, es la obtenida en pruebas de cubos estándar de dos pulgadas. Las resistencias a las

diferentes edades son indicadores de las características del cemento para adquirir resistencia, pero no pueden usarse para predecir las resistencias del mortero o concreto con precisión a causa de las muchas variables que intervienen en el diseño de las mezclas. Los cementos Portland actuales producen concretos de resistencia mucho mayor que los de treinta o cincuenta años antes.

#### I.4.2.6. Calor de hidratación.

El calor de hidratación es el generado cuando reaccionan el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento; a la tasa de generación de calor la afecta la finura y temperatura de curado, así como la composición química. En las estructuras de gran masa de concreto, puede resultar inconveniente una elevación de temperatura, porque puede estar acompañada de dilatación térmica. El enfriamiento posterior del concreto endurecido a la temperatura ambiente puede crear esfuerzos perjudiciales. Por otra parte, la elevación de la temperatura en el concreto producida por el calor de hidratación es con frecuencia benéfica en tiempo frío, ya que ayuda a mantener temperaturas de curado favorables.

Las cantidades aproximadas de calor generado durante los primeros siete días, tomando como base que el del cemento tipo I o Normal, se considera de un 100 % son: tipo II o Moderado , 80 a 85 %; Tipo III o de Rápido Fraguado, hasta 150 %; Tipo IV o Reducido Calor de Hidratación, de 40 a 60 %; y Tipo V o Resistente a los Sulfatos, de 60 a 75 %.

#### I.4.2.7. Pérdida por ignición.

La pérdida por ignición del cemento Portland se determina calentando una muestra de cemento de peso conocido al rojo vivo (de 900 a 1000 grados centígrados) hasta obtener un peso constante. Luego se determina la pérdida de peso de la muestra.



Normalmente, la pérdida de peso no excede del 2 %. Una elevada pérdida por ignición es una indicación de prehidratación o carbonatación que puede ser producida por un almacenamiento incorrecto o prolongado?

#### I.4.2.8. Peso específico.

El peso específico del cemento Portland generalmente es de aproximadamente 3.15. El peso específico de un cemento no indica la calidad del mismo; su uso principal es para el proyecto de mezclas?

#### I.5. EL AGREGADO.

Agregado es el término dado al material inerte disperso dentro de la pasta de cemento. El agregado ocupa generalmente del 60 al 75 % del volumen del mortero. Por lo tanto, los agregados utilizados para la producción deben ser fuertes, impermeables y capaces de producir una mezcla suficientemente trabajable con una relación agua/cemento mínima para lograr la penetración apropiada en la malla de alambre. El agregado normalmente empleado es arena natural, que puede ser una mezcla de muchos tipos de material tales como sílice, roca basáltica, piedra caliza. Este material debe satisfacer ciertos requisitos y deben consistir en partículas limpias, duras, resistentes y durables, libres de sustancias químicas, recubrimientos de arcilla, o de otros materiales finos que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento.<sup>6</sup>

Las partículas débiles, quebradizas o laminadas son perjudiciales. Deberán evitarse especialmente las que contengan pizarras laminares naturales o esquistos, partículas blandas y porosas, y algunos tipos de cuarzo, ya que tienen mala resistencia al intemperismo. A menudo, basta una inspección visual para descubrir la debilidad en los agregados?

### I.5.1. Influencia de las características del agregado en las propiedades del mortero.

Puesto que el agregado ocupa hasta tres cuartas partes del volumen del mortero, es de esperar que las propiedades de aquéllos tengan un notable efecto sobre las de éste; a continuación se analizan algunas propiedades del mortero y las características de los agregados que sobre ellas influyen.

#### I.5.1.1. Durabilidad.

Para muchos ambientes, la cualidad más importante del mortero es su durabilidad; aunque desde este punto de vista el mortero está sometido a muy diversas sollicitaciones, las características de los agregados son determinantes en todos los casos.

a) Resistencia al congelamiento y al deshielo. El mortero que contiene agregados de buena calidad no es resistente al congelamiento y deshielo si la pasta es inadecuada; tampoco es adecuado el mortero que contiene pasta resistente a las heladas si contiene partículas de agregado defectuosas que estén saturadas críticamente. Se considera que una partícula está saturada críticamente cuando el espacio vacío en los poros es insuficiente para acomodar la expansión que ocurre en el agua al congelarse. La cualidad de "solidez", que se suele definir como la capacidad de un agregado para resistir grandes o permanentes cambios de volumen cuando se somete a congelamiento y deshielo, calentamiento y enfriamiento o humedecimiento y secado, está relacionada con la porosidad, la absorción, y la estructura de los poros del agregado. Si los agregados potencialmente vulnerables se usan secos y se someten a secamiento periódico en servicio, quizás nunca lleguen a saturarse críticamente. A este respecto debe reconocerse plenamente la importancia capital de una pasta con aire incorporado en el mortero expuesto a la acción

de las heladas.<sup>7</sup>

b) Resistencia al humedecimiento y secado. La influencia del agregado en el mortero sometido a humedecimiento y secado esta controlada también por la estructura porosa del agregado; si bien este problema no es tan serio como el del congelamiento y deshielo, el hinchamiento diferencial que acompaña el aumento de humedad de un material con mucha absorción capilar puede causar la falla de la pasta circundante. El esfuerzo desarrollado es proporcional al módulo de elasticidad del agregado, y en algunos casos puede alcanzar magnitud suficiente para producir descascamiento.<sup>7</sup>

c) Resistencia al calentamiento y enfriamiento. Como es bien sabido, el calentamiento y el enfriamiento inducen esfuerzos en cualquier material, y si el rango de temperatura es suficientemente grande, se produce daño. Aunque la práctica usual no limita el coeficiente de expansión del agregado para exposición a temperatura normal, los agregados con coeficientes sumamente altos o bajos pueden requerir investigación antes de usarlos en ciertos tipos de estructuras.<sup>7</sup>

d) Resistencia a la abrasión. La resistencia a la abrasión es otra de las propiedades para la cual es fundamental una pasta de alta calidad y un buen curado. Sin embargo, la dureza del agregado es un factor importante y cuando se usan agregados blandos no puede esperarse que se logren morteros resistentes a la abrasión.<sup>7</sup>

e) Expansión por reacción álcalis-agregados. El perjuicio derivado de la reacción álcalis-agregados se reconoce como problema serio en ciertas regiones. La reacción entre los álcalis del cemento y ciertos constituyentes silíceos de algunos agregados produce expansión nociva; por otra parte, no ha ocurrido ningún daño en algunos concretos en los que, sin embargo, se ha observado evidencia de reacción. El problema puede prevenirse mediante el uso de cemento de bajo contenido de álcalis o por la adición a la mezcla de una cantidad adecuada de

una puzolana conveniente.<sup>7</sup>

f) Resistencia al fuego. Las numerosas observaciones de campo y los ensayos de laboratorio indican una leve ventaja para los agregados de origen ígneo sobre los silíceos de origen metamórfico o sedimentario.<sup>7</sup>

g) Resistencia a los ácidos. La resistencia a los ácidos depende más directamente de la pasta de cemento que de los agregados, sin embargo, para usos especiales se requieren agregados resistentes a los ácidos.<sup>7</sup>

#### I.5.1.2. Resistencia mecánica.

Tal vez la segunda propiedad del mortero en orden de importancia, y aquella para la cual con mayor frecuencia se especifican valores, es la resistencia. Las clases de resistencia que se consideran generalmente son a compresión y a flexión. La resistencia mecánica del concreto depende en gran parte de la pasta de cemento, y de la adherencia entre la pasta y el agregado. La resistencia del agregado también influye en la del mortero; pero para la mayoría de los agregados la influencia es relativamente poco comparada con el efecto que tiene la resistencia de las pastas de cemento con las cuales se mezclan los agregados.

La textura superficial del agregado y su limpieza influyen, obviamente, en la adherencia y a este respecto pueden hacerse las siguientes observaciones:

a) normalmente los agregados de superficies rugosas presentan mejor adherencia que los de superficies lisas,<sup>7</sup>

b) los recubrimientos arcillosos normalmente disminuyen la adherencia; por otro lado, los recubrimientos de polvo no adherente aumentan la demanda de agua como consecuencia del aumento de los finos.<sup>7</sup>

Aunque los agregados de partículas angulares y los de superficie rugosa y vesicular exigen más agua que los de partículas redondeadas.<sup>7</sup>

#### I.5.1.3. Retracción.

La retracción que se presenta durante el secamiento del mortero depende del potencial de contracción de la pasta, del volumen total de pasta en el mortero y posiblemente del módulo de elasticidad del agregado; algunos estudios teóricos indican que a mayor módulo de elasticidad, se desarrolla también mayor restricción a que la pasta se contraiga y por tanto aparece menor la retracción medida en el morter; sin embargo, experimentalmente no se ha podido determinar la magnitud de este efecto.<sup>7</sup>

#### I.5.1.4. Propiedades Térmicas.

El calor específico y la expansión, conductividad y difusividad térmicas del mortero, estan estrechamente relacionadas con ésas mismas propiedades en el agregado.

Se ha demostrado que el coeficiente de expansión térmica puede calcularse aproximadamente como el promedio de los valores ponderados en proporción a los volúmenes de los componentes. También se ha demostrado que todos los materiales que componen el concreto contribuyen a la conductividad y al calor específico del producto en proporción a la cantidad de material presente.<sup>7</sup>

#### I.5.1.5. Peso unitario.

El peso unitario del mortero depende del peso específico del agregado, de la cantidad de aire incorporado, y de aquellas propiedades ya comentadas que determinan el requerimiento de agua.

Como el peso específico de la pasta de cemento es menor que el del agregado normal, el peso unitario del mortero generalmente aumenta cuando disminuye la cantidad de pasta.<sup>7</sup>

#### I.5.1.6. Módulo de elasticidad.

El módulo de elasticidad del concreto depende en algún grado del módulo de elasticidad y del módulo de Poisson del agregado. No

obstante, para una determinada pasta de cemento, el módulo de elasticidad del agregado tiene menor efecto en el módulo de elasticidad del mortero que el que se puede calcular con base en las proporciones volumétricas del agregado en el mortero.<sup>7</sup>

#### I.5.1.7. Economía.

La economía del mortero esta influida por la cantidad de cemento necesario para producir la resistencia u otras propiedades requeridas, por la disponibilidad o proximidad de materiales adecuados. Aunque los agregados con partículas satisfactorias, angulares o redondeadas, graduados dentro de los límites de las especificaciones generalmente aceptadas producen, con un determinado contenido de cemento, morteros de buena calidad, para mantener una relación agua/cemento fija, es necesario aumentar el contenido de cemento si los agregados tienen características que conduzcan a requerimientos de agua anormalmente altos.<sup>7</sup>

#### I.5.2. Métodos para determinar las propiedades del agregado y sus limitaciones.

Existen métodos que se emplean rutinariamente para propósitos de especificación, y otros que no se usan para ello porque requieren aparatos y técnicas especializadas o porque no hay acuerdo general sobre los límites apropiados para las propiedades medidas. En los comentarios siguientes se hará referencia únicamente a los ensayos de especificación, ya que los demás, siendo importantes en la investigación, no son de utilidad para la mayoría de los usuarios.

#### I.5.2.1. Propiedades frecuentemente especificadas o ensayos realizados con frecuencia.

##### I.5.2.1.1. Distribución de las partículas por tamaño (llamada

también granulometría o análisis por tamaño).

La distribución de las partículas por tamaño tiene un notable efecto en la cantidad necesaria de agua para un mortero hecho con un determinado agregado, y por lo tanto influyen en todas las propiedades del mortero relacionadas con su contenido de agua.

Probablemente el ensayo más frecuente con agregados es el análisis por tamizado, por medio del cual se determina directamente la distribución de las partículas de acuerdo con su tamaño, pasando muestras del agregado a través de un juego de tamices de aberturas sucesivamente menores y pesando el material retenido en cada tamiz; en este mismo ensayo se determina también el tamaño máximo de las partículas.<sup>7</sup>

La granulometría de las partículas de arena es importante y debe cumplirse, en lo posible con la especificación C 33 de la norma ASTM o su similar mexicana de las Normas Oficiales de México para los agregados. En la tabla 13 se muestran los límites de granulometría del agregado fino, de la especificación.

#### 1.5.2.1.2. Peso específico.

Con el fin de calcular los pesos de los agregados que deben medirse para obtener los volúmenes absolutos deseados de los materiales, es necesario un conocimiento preciso del peso específico del agregado.

Siguiendo el procedimiento de la norma ASTM C128 en el cual se coloca un peso conocido y se halla el volumen del material midiendo la cantidad de agua requerida para llenar el recipiente.<sup>9</sup> El peso específico no es una medida de la calidad del agregado.

#### 1.5.2.1.3. Peso volumétrico unitario.

El peso volumétrico de un agregado es el peso del material necesario para llenar un recipiente de un pie cúbico. Se usa el término "peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos.

Los métodos para determinar los pesos volumétricos de los

agregados en la especificación de la ASTM C29 (picado, sacudido y vaciado con una pala); los resultados dependen del método usado.<sup>7</sup>

#### 1.5.2.1.4. Absorción y humedad superficial.

La absorción y la humedad superficial del agregado debe determinarse (ASTM C70) de manera que la proporción de agua en la mezcla pueda controlarse y se puedan determinar los pesos correctos de las mezclas. La estructura interna de las partículas de un agregado están formadas por materia sólida y huecos que pueden contener agua o no. La arena aumenta de volumen cuando el agregado fino está húmedo y se patea o se mueve en alguna otra forma. La humedad superficial mantiene separadas las partículas produciendo un aumento de volumen que se llama "abundamiento". Como la mayor parte de las arenas se entregan húmedas, pueden ocurrir grandes variaciones en las cantidades de las mezclas si se hacen de acuerdo con el volumen. Por esta razón, no se recomienda la dosificación por volumen.

#### I.6. EL AGUA.

Casi cualquier agua natural que pueda beberse y que no tenga sabor u olor sirve para mezclar el concreto. Sin embargo, el agua que sirve para mezclas puede no servir para beberla.

Deben hacerse pruebas para tener la seguridad de que no se afecta desfavorablemente el tiempo de fraguado del cemento por las impurezas contenidas en el agua de la mezcla. Cuando llegan a ser excesivas las impurezas contenidas en el agua de la mezcla, pueden afectar no solamente el tiempo del fraguado, la resistencia del mortero, sino que puede hasta producir corrosión del refuerzo. Se puede recomendar el empleo de agua cuyo comportamiento no se conozca para hacer mezclas, si los cubos de mortero hechos con esa agua alcanzan resistencias a los 7 y a los



28 días iguales de cuando menos el 90 % de muestras que se hagan empleando agua potable.<sup>9</sup>

El agua que contenga menos de 2 000 ppm (partes por millón) como total de sólidos disueltos puede usarse en general satisfactoriamente para hacer mezclas. Aunque concentraciones mayores no son siempre dañinas, afectan a algunos cementos. Hasta donde sea posible, deben evitarse concentraciones elevadas.

A continuación se resumen algunos efectos que tienen algunas de las impurezas comunes contenidas en el agua de mezcla.

a) Carbonatos y bicarbonatos alcalinos.

Los carbonatos y bicarbonatos de sodio y de potasio tienen diferentes efectos en los tiempos de fraguado de diferentes cementos. El carbonato de sodio puede producir un fraguado muy rápido; los bicarbonatos pueden acelerar o retardar el fraguado. En grandes concentraciones estas sales pueden reducir materialmente la resistencia del mortero.<sup>9</sup>

b) Cloruro y sulfato de sodio.

Generalmente la elevada proporción de sólidos disueltos en el agua natural se debe a un alto contenido de cloruro o sulfato de sodio. Ambos pueden tolerarse en relativamente grandes cantidades. Concentraciones hasta de 20 000 ppm de cloruro de sodio son tolerables. Se han usado satisfactoriamente aguas para mezcla, que contienen hasta 10 000 ppm de sulfato de sodio.<sup>9</sup>

c) Otras sales comunes.

Los carbonatos de calcio y de magnesio no son muy solubles en agua, por esa razón rara vez se encuentran con concentraciones suficientes para que afecten la resistencia. Los bicarbonatos de calcio y de magnesio se logran encontrar en algunas aguas. Concentraciones de hasta 400 ppm del ión bicarbonato en estas formas no se consideran dañinas.

El sulfato y el cloruro de magnesio pueden presentarse en elevadas concentraciones sin efectos perjudiciales en la resistencia. El cloruro de calcio se usa algunas veces en el mortero en cantidades hasta de 2 % en peso del cemento, para

acelerar el aumento del endurecimiento y de la resistencia?

c) Sales de hierro.

Las aguas naturales subterráneas rara vez contienen más de 20 a 30 ppm de hierro. Las sales de hierro en concentraciones hasta de 400 ppm usualmente no afectan a las resistencias del mortero?

d) Diversas sales inorgánicas.

Las sales de manganeso, estaño, zinc, cobre y plomo en el agua de mezcla pueden producir una importante reducción en la resistencia y ocasionar grandes variaciones en el tiempo del fraguado. Otras sales que son especialmente activas como retardadores incluyen el iodato de sodio, fosfato de sodio. Estas sales pueden retardar mucho, tanto el fraguado como la adquisición de resistencia, cuando están presentes en concentraciones de unos cuantos décimos por ciento del peso del cemento?

e) Agua de mar.

El agua de mar, que contenga hasta 35 000 ppm (3.5 %) de sal, es generalmente buena como agua para mezclar mortero que no vaya a llevar refuerzo. Aunque el mortero hecho con agua de mar puede endurecer con mayor rapidez que el mortero normal, las resistencias en fechas posteriores (después de 28 días) pueden ser inferiores?

f) Aguas ácidas.

La aceptación de una agua ácida para la mezcla deberá basarse en la concentración (en partes por millón) de ácidos en el agua. La aceptación se basa en algunas ocasiones en el pH, que es la medida de la concentración iónica del hidrógeno. El pH es un índice de intensidad y no es la mejor medida de eventuales reacciones ácidas o básicas?

Generalmente, las aguas para mezcla que contengan ácido clorhídrico, sulfúrico, y otros ácidos inorgánicos comunes en concentraciones tan elevadas como 10 000 ppm no tienen efectos adversos en la resistencia. Las aguas ácidas con valores pH menores de 3.0 pueden crear problemas de manejo y deben evitarse en lo posible?

g) Azúcar.

Pequeñas cantidades de azúcar, tan pequeñas como 0.03 a 0.15 por ciento en peso de cemento, usualmente retardan el fraguado del cemento. El límite superior de este intervalo varía con diferentes cementos. La resistencia a los 7 días puede reducirse, mientras que la resistencia a los 28 días puede mejorarse. Cuando se aumenta la cantidad de azúcar a aproximadamente 0.20 % en peso, generalmente se acelera el fraguado. Cantidades de azúcar de 0.25 % o más en peso del cemento pueden producir un rápido fraguado y una gran reducción en la resistencia a los 28 días.<sup>7</sup>

## II. APLICACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO A LA VIVIENDA.

### II.1. ANTECEDENTES.

El ferrocemento es un adecuado material de construcción ideal para niveles elevados de prefabricación. No obstante, a fin de que los productos de ferrocemento prefabricados se introduzcan con buen resultado en el sector de la vivienda, debe ser demostrado que la vivienda de buena calidad puede ser producida con ferrocemento, de un modo eficaz así como a bajo costo.<sup>11</sup>

Considerando la versatilidad del tablero de ferrocemento varios estudios se han dirigido a conocer sus propiedades logrando estandarizarse, ya que esto es primordial para poder aplicar técnicas avanzadas de manufactura y por lo tanto desarrollar sistemas de ferrocemento para vivienda.

Sin embargo, existe una percepción común en nuestro país de que la aplicación del ferrocemento y sobre todo en lo relativo a la vivienda se considera como de calidad muy inferior; no tomándose en cuenta que una de las características primordiales del ferrocemento es la de que puede ser empleado con un rango muy amplio de calidades, propiedades y costos, a medida que lo requieran los usuarios y su presupuesto. En tanto que la mayor parte de las aplicaciones del ferrocemento para vivienda han sido hasta ahora soluciones encauzadas para vivienda de bajo costo, esto no implica que el producto final no pueda ser alcanzado con buena calidad.<sup>11</sup>

Realmente la aplicación del tablero de ferrocemento puede, debe, y eventualmente se dirigirá a solucionar el problema de la vivienda ya que es un elemento que se presta por sí mismo a fácil transporte, izaje y manufactura.

Qué es lo que ha hecho falta para que se emplee el ferrocemento. Ante todo, cambiar la percepción de arquitectos, ingenieros, autoridades de la construcción y usuarios acerca del ferrocemento

y además proporcionar el nivel de tecnología en la construcción con tableros de ferrocemento al nivel del progreso alcanzado en otras industrias. Porque una tecnología apropiada puede auxiliar a expandir las aplicaciones del ferrocemento y mejorar enormemente la aceptación subjetiva, como una de alta calidad, durable, y material de costo competitivo de construcción.<sup>12</sup>

Mientras los componentes del ferrocemento para la vivienda pueden ser elaborados empleando técnicas avanzadas de fabricación, se requiere por tanto desarrollar un paquete integral para vivienda donde el subsistema de ferrocemento estructural empleado esté armoniosamente integrado como parte del sistema entero de la vivienda.<sup>11</sup>

## II.2. EXPERIENCIAS DE APLICACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO A LA VIVIENDA EN MEXICO.

A continuación se relatan las experiencias que se han dado a conocer en lo referente a la construcción en México donde se ha empleado el tablero de ferrocemento, incluyéndose no sólo en lo relativo a la vivienda sino también en otras aplicaciones con lo cual se pone nuevamente de manifiesto el enorme potencial de éste material.

### a) Expendio de pescado y restaurant.

La superficie en planta cubierta aproximada es de 400 m<sup>2</sup>, para este tipo de construcción se emplearon tableros de ferrocemento rectangulares de diferentes tamaños para muros y techos. El claro mayor a cubrir fué de 6 m y cada tablero se fabricó con tres capas de tela de gallinero de con abertura de media pulgada y el calibre del alambre fué del número 22.

El tipo de tablero para la techumbre es de la forma de sección canal. El acero de refuerzo que se empleó como armazón del tablero fué del tipo alambón de un cuarto de pulgada.

Esta construcción se ubica en el Distrito Federal y se realizó en el mes de junio de 1975:<sup>4</sup>

b) Bodega.

Esta construcción se ubica en la delegación Iztapalapa de la Ciudad de México y se llevó a cabo en noviembre de 1976.

Para los muros de esta edificación, se emplearon tableros de 6.5 m de altura con un espesor de 3 cm, cada tablero se constituyó por tres capas de tela de gallinero de media pulgada de abertura y el alambre del calibre 22, y para el armazón del mismo se empleó acero de refuerzo del tipo alambrón de un cuarto de pulgada:<sup>4</sup>

La techumbre de esta construcción está constituida por cascarones cilíndricos de 30 m de largo con 3 cm de espesor, flecha de 2 m y cuerda de 5 m, se armaron con electromalla 4x4-6/6, además se le adicionó cuatro capas de tela de gallinero de media pulgada de abertura con calibre del alambre del número 22. La superficie en planta cubierta con este tipo de techumbre fue de 3000 m<sup>2</sup>.

Es importante resaltar que debido al reducido peso de muros y techumbre se redujo substancialmente la superficie de cimentación y por lo tanto disminuyó el costo total de la obra:<sup>4</sup>

c) Unidad de 1000 casas en Villahermosa, Tabasco.

Este plan de vivienda dió inicio en octubre de 1975. Se hicieron varios proyectos por el gobierno del estado y de ellos se adoptó el de a base de tableros de ferrocemento tanto para muros como para la cubierta. Los espesores finales de ambos tableros no sobrepasaron los 3 cm, requiriéndose tela de gallinero de media pulgada de abertura con alambre calibre 22, así como acero de refuerzo liso de un cuarto de pulgada (alambrón) para el armazón. Lo interesante en este caso fue que se empleó la mano de obra de reclusos, del reclusorio de la ciudad, a quienes se adiestró en todas las etapas del proceso, llegándose a fabricar los elementos que se requieren para cuatro viviendas en un solo día.

Al inicio del plan de vivienda el pago de la mano de obra fué por día y conforme se avanzó en el mismo se cambió a la modalidad por destajo, obteniéndose también excelentes resultados.<sup>14</sup>

d) Expendio de pescado.

Esta construcción se ubica en la ciudad de Querétaro, Qro., y dió inicio en el mes de mayo de 1976.

Para toda la estructura, muros, columnas, traveses y cubierta se construyeron con tableros de un centímetro de espesor, según necesidades únicamente se fueron cambiando dimensiones.

La peculiaridad en esta obra fué el claro de 9 m que se salvó con traveses de ferrocemento de 50 cm de peralte, para lo cual se empleó el mismo tablero, solamente se le adicionó un refuerzo en el patín inferior.<sup>14</sup>

e) Planta de refrigeración.

Esta construcción consta de una superficie en planta de 2300 m<sup>2</sup> dividida en dos secciones, una de 30x70 y una antecámara de 10x20 m. La techumbre empleada es del tipo de cascarones cilíndrico de 30 m de largo empleándose malla electrosoldada así como también tela de gallinero de media pulgada de abertura con alambre calibre 22. Para los muros que tienen un espesor de 3 cm se constituyen por tres capas de tela de gallinero de las mismas características que para la que se empleó en la techumbre además de acero de refuerzo para el armazón del tipo alambón de un cuarto de pulgada.

Esta construcción se terminó en el mes de enero de 1977 y se ubica en Gomez Palacio, Durango.<sup>14</sup>

f) Muros para varios usos.

Este fué un programa que se implementó en colaboración con INDECO, en el estado de Chiapas y más precisamente en Chiapa de Corzo; motivado por los daños causados por los temblores en dicho lugar. La construcción de los tableros corrió a cargo tanto de

hombres, mujeres e incluso niños de la localidad.

Además de los tableros que se emplearon para la construcción de aulas, viviendas, se construyó un tanque de almacenamiento para agua, lográndose buenos resultados.<sup>14</sup>

g) Refuerzo para muros de carga empleando ferrocemento.

Este tipo de trabajo se llevó a cabo en la unidad III segunda sección del centro urbano Balbuena en el Distrito Federal.

El procedimiento que se utilizó consistió en aplicar delgadas capas de ferrocemento por ambos lados de los muros.

Todo esto se debe a que en tales edificaciones existe un alto riesgo de dañarse por la acción sísmica, ya que fueron construidas basándose en reglamentos antiguos y el problema es readaptarlos a los reglamentos actuales.

El procedimiento que se empleó ha demostrado ser efectivo lográndose un muro compuesto por la adición de los dos patines de ferrocemento conectados a ambos lados del muro (fig. 1). Además cuando se utiliza en muros no dañados, la capacidad de cortante aumenta notablemente, y también la ductilidad aumenta enormemente.<sup>13</sup>

Desde el punto de vista constructivo no se requiere preparación alguna ni cimbra para su colocación por lo que se ahorra tiempo y ésto deriva en la reducción del costo.

h) Sistema de techumbre para vivienda.

Este trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Mérida Yucatán, empleándose un tablero de ferrocemento con malla electrosoldada de 6x6-10/10 para formar el armazón principal, agregándole dos capas de tela de gallinero con abertura de tres cuartos de pulgada.<sup>14</sup>

Este tipo de tablero fué desarrollado para la cubierta de viviendas de claros de hasta 3.50 m (fig. 2).



### II.3. EXPERIENCIAS DE APLICACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO A LA VIVIENDA EN OTROS PAISES.

La reseña que se hace a continuación se debe de considerar a manera de información somera pues no constituye ni en número de la gran cantidad de aplicaciones que se ha logrado en países del sudeste asiático principalmente, en donde ha tenido el ferrocemento un mayor aprovechamiento de sus potencialidades en la modalidad de tablero, ni tampoco una descripción detallada del proceso que se siguió para alcanzar el producto terminado. Con ésto únicamente se pretende dar a conocer que el tablero de ferrocemento funciona en conjunto de manera eficiente porque las mismas aplicaciones que se hacen a la vivienda así lo avalan.

#### a) Sistema constructivo "FERROCEMEX".

Este sistema fué desarrollado en México, aunque se ha aplicado con mayor frecuencia para fines de vivienda en Villa Clara, Cuba. Este sistema se ha explotado para ciertas construcciones urgentes que se requieren en ese país, mientras se continua explorando otras posibilidades como las de viviendas de más de una planta.

La simplicidad de su fabricación, permite realizarse con mano de obra no especializada. Una característica de este sistema a base de tableros es el reducido peso de sus elementos por lo que ofrece una gran maniobrabilidad (figs. 3,4,5 y 6).

Otra de las características importantes es la de utilizar una unión mecánica entre los elementos, a base de pernos, permitiendo desmontar y reutilizar los mismos. El montaje se haría en forma manual o por equipos ligeros.

El número de capas de telas de gallinero fué de cuatro y el espesor del tablero fué de 2.5 cm.<sup>16</sup>

#### b) Vivienda prefabricada de ferrocemento.

Este sistema fué desarrollado en Río de Janeiro, Brasil, y es una respuesta dada al enorme déficit habitacional que impera en aquél

país.

Este sistema aunque en un principio fué ideado para la vivienda, se ha aplicado a otro tipo de obras, ya que los tableros de ferrocemento se presentan como tecnología alternativa, por su rapidez de ejecución y bajo costo.

En el Brasil, desde 1984, se vienen produciendo no solo tableros sino también otros elementos requeridos para el equipamiento urbano en forma industrializada, revelando así el potencial del ferrocemento.

Como ejemplo de la aplicación del ferrocemento empleado en Brasil, se describirán el total de elementos empleados en la edificación de una escuela municipal de 311 m<sup>2</sup>: canales para drenaje, zapatas aisladas en forma de pirámide truncada, castillos de sección 15x15 cm, los tableros de ferrocemento para muros se engancharán a un perfil metálico en la parte superior y en donde se apoya la techumbre. Fueron también ejecutadas tanto una cisterna como una fosa séptica. Este sistema permite la expansión material.<sup>16</sup>

#### c) Sistema Baragua.

Este sistema surgió en la ciudad de la Habana, Cuba, como un prefabricado de ferrocemento para la construcción de viviendas en general.

El sistema se compone de tableros ya sea para muros de carga o como losas de entresijos y de cubierta, vigas de cerramiento y zapatas que en su conjunto posibilitan la fabricación de viviendas desde una planta hasta de tres niveles (figs. 7,8,9 y 10).

Para la construcción de una vivienda se fabrican todos los elementos a emplearse para únicamente en el sitio de la obra realizarse el trabajo de montaje, previamente un trabajo de cimentación a base de concreto ciclópeo para luego colocar las vigas zapatas. El montaje requiere de seis trabajadores que para el primer nivel se puede lograr en forma manual, ya que las

piezas alcanzan un peso de 240 kg, no así el de las losas que por ser de mayor peso se requiera de algún aditamento o equipo de izaje pequeño.

Este sistema se ha empleado no solo en la ciudad de la Habana, sino también en otras ciudades de Cuba, empleándose en unidades habitacionales de una y dos plantas. Por ejemplo, se construyeron 42 viviendas en la desembocadura del río Bacanao para las familias de un poblado de pescadores, llevándose un tiempo de tres meses la edificación, estas viviendas hasta la fecha aún se conservan en buen estado, no obstante por su ubicación en la costa ya que el medio ambiente le es agresivo!<sup>6</sup>

d) Vivienda de ferrocemento presforzado.

Esta modalidad se ha llevado a cabo en Vietnam, hasta para viviendas de dos niveles.

En este sistema se idearon vigas de sección cajón con las siguientes dimensiones: longitud de 3 a 4 m, ancho de la viga de 0.10 a 0.25 m, peraltes de 0.12 a 0.25 m y espesores de 15 a 17 mm; además de vigas tipo U; y para las columnas se cuenta con secciones tipo U y sección cajón, y para pisos y techumbres tableros de secciones variables según los claros a cubrir.

El diámetro del alambre de la malla empleada en estos elementos fué de un milímetro con abertura de tres cuartos de pulgada. El acero de refuerzo que se usó como armazón tiene un diámetro de 4 mm de alta resistencia (figs. 11,12,13,14,15 y 16).

El ensamble de los diferentes elementos se lleva a cabo por medio de pernos de 6 mm de diámetro y 150 mm de longitud empleándose las columnas de sección tipo U, en las cuales se incrustan los tableros de muros, relleniéndose con mortero la separación que queda entre el tablero y la columna.

Este sistema de construcción se ha desarrollado por cerca de veinte años empleando ferrocemento presforzado y puede considerarse que es muy adecuado para edificaciones para vivienda de uno o dos niveles. El ferrocemento presforzado puede

ser usado eficientemente además de resultar económico por poderse adecuar a procesos industrializados.<sup>17</sup>

e) Tableros de ferrocemento en techumbres de gran claro.

Esta necesidad se pudo cubrir empleando tableros de ferrocemento debido a su bajo costo, durabilidad y resistencia al agrietamiento; para mejorar la resistencia de un tablero que se emplee para tales casos puede lograrse mediante formas onduladas. Este sistema se ha implementado en forma prefabricada lográndose una mayor economía aunado a la mano de obra barata.

El tablero de ferrocemento se empleó para cubrir un gimnasio de planta cuadrada de 36.5 m de lado en la Universidad de Sind en Jamshoro, Pakistán.

El tablero empleado se constituye por una capa de malla de alambre cuadrada de 10/10 cm y dos capas de tela de gallinero, los tableros se construyeron de forma cilíndrica de 1.83x0.35 m y una flecha de 7.5 cm (figs. 17,18,19 y 20). Los tableros se colocaron sobre armaduras de acero e inmediatamente se le coló sobre los tableros una capa de concreto hasta alcanzar un peralte total de 13.7 cm.

Una vez endurecido el concreto se comprobó la resistencia del elemento verificándose que el sistema funciona en forma satisfactoria.<sup>18</sup>

#### II.4. PROPUESTA DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA.

El enorme requerimiento de vivienda que se necesita cubrir en el país, hace que se tengan que considerar otras alternativas en la construcción de la vivienda en nuestro medio.<sup>2</sup>

Pensando en dicho problema, se ha fijado como objetivo primordial en este trabajo, el plantear una alternativa en la solución de la problemática en la construcción de la vivienda económica, empleando para ésto el ferrocemento en la modalidad de tablero.

Dicha propuesta consiste de una vivienda prototipo la cual esta adaptada al tipo de vivienda que a través de la historia habitacional en México se ha desarrollado. Esto se debe exclusivamente a consideraciones de índole un tanto subjetivas que pudieran surgir en la población a cualquier escala social que requiera de vivienda con estas características.

El prototipo propuesto cubre de forma amplia los aspectos no sólo de seguridad, sino también los de tipo estético, haciendo de la vivienda de ferrocemento un espacio habitable, seguro y confortable.

El empleo del ferrocemento como se describió en II.2 y II.3, se ha desarrollado en una forma tan amplia en otras latitudes, que éste material ya forma parte de soluciones integrales dirigidas a solucionar el problema habitacional. No obstante, el aplicarlo tal cual a nuestro país sin tomar en cuenta que la población a la que estaría dirigida posee una orientación muy particular en lo que se refiere a la plástica y materiales que deben constituir la vivienda.

La principal consideración que se tomó en cuenta fué la debida al espesor de los paneles de ferrocemento, ésto obedece a que los paneles que se han desarrollado hasta el momento para la vivienda tienen como peculiaridad el que son sumamente delgados variando de tres a cinco centímetros de espesor, siendo muy resistentes ante las sollicitaciones a que son sometidos en una edificación hasta de tres niveles.<sup>4</sup>

En México, no obstante se vislumbra que resultaría imposible el desarrollar un panel de ferrocemento con semejantes características aplicado a la vivienda, debido obviamente al aspecto visual que denotaría la vivienda, produciendo en los moradores de tales edificaciones una sensación de inseguridad, efecto que sin lugar a dudas es sólo ilusorio. Por la falta de divulgación de las aplicaciones de éste material a la vivienda

en el mundo, primero, y por el escaso desarrollo en nuestro país después, origina que se le considere al ferrocemento como un material no apto para emplearlo en elementos principales de una vivienda.

Otra consideración que se tomo en cuenta para la propuesta del prototipo de vivienda empleando paneles de ferrocemento es la de la distribución propia de la vivienda, mostrando así que el ferrocemento es altamente versátil, permitiendo que prácticamente cualquier diseño sea realizado sin que el material lo impida.

Considerando lo anterior y desde luego teniendo presente el tener que cubrir los requerimientos que el reglamento de construcción indica, se considera como crítico el espesor de los tableros de ferrocemento para el prototipo de vivienda propuesto, por ello se propone aquí un tablero de mayor espesor que el comunmente se ha empleado para la edificación de la vivienda.

Enseguida se procede a la descripción de la vivienda prototipo, la cual ocupa una superficie de ochenta y ocho metros cuadrados, que consta de estancia-comedor, cocina, baño y tres dormitorios (figs. 21 y 22). El número de dormitorios que se proponen se basa en las estadísticas que arrojó el censo poblacional de 1990, en donde el 65.5 % de las viviendas del país constan de tres dormitorios o más.

Las dimensiones de los dormitorios se fijaron en base a las que comunmente se observan en las viviendas realizadas por los particulares, y no en las que edifican los organismos gubernamentales de la vivienda, debido a eso, las dimensiones de la vivienda prototipo rebasan las mínimas marcadas en el Reglamento General de Construcciones del Distrito Federal, así que se cumple con la superficie para un espacio habitable. Por lo tanto las dimensiones indicadas en la vivienda prototipo en ningún momento pueden considerarse arbitrarias, sólo son el reflejo del espacio habitacional que en nuestro país se ha desarrollado.

Los muros se proponen de block hueco vertical de arcilla

extruída, donde se alojará el refuerzo tanto horizontal como vertical, este material brinda una superficie aparente de aceptable calidad, al cual se le evita el tener que adicionarle un recubrimiento como pudiera ser el aplanado de mortero ya sea de cemento o yeso. Por último la techumbre a dos aguas consistirá de paneles de ferrocemento, los cuales llegarán al sitio de la obra de la planta de fabricación para sólo realizar la maniobra de izaje.

Debido a que el proceso propuesto para la fabricación del panel no es artesanal, el terminado que se logre imprimirle será como es de esperarse de un proceso semiindustrializado, de calidad aceptable, lográndose con esto que al panel sólo se le tenga que aplicar pintura, si se requiere para fines decorativos.

Todas las ventanas cuentan con las superficies que el Reglamento General de Construcciones del Distrito Federal señala en lo que respecta a la cuestión de ventilación e iluminación y las puertas tanto la de acceso como las de intercomunicación observan los anchos mínimos permisibles.

Es importante dejar establecido que la proposición que compone este trabajo solamente se limita a la cuestión "estructura" de la vivienda sin desarrollar los aspectos de las instalaciones y acabados de la misma, debido principalmente a que el término económico aplicado a la vivienda es amplísimo no pudiéndose delimitar las características del material de los recubrimientos y acabados y aplicarlos a una vivienda para que se considere económica, ya que dependerá del nivel de ingreso de la población a que se destine la vivienda,

Las instalaciones ya sean eléctricas o hidráulicas no representan dificultad alguna en una vivienda con tableros de ferrocemento y mucho menos para el tablero que aquí se propone, ya que es cuestión únicamente de dejar ahogados ductos de polivinil para que dentro de éstos se alojen las tuberías de agua si se trata de la instalación hidráulica o sólo hacer la conexión de los ductos del panel de techumbre y de muro si se trata de la instalación

elétrica (fig. 23).



### III. PROPUESTA DE UN TABLERO PROTOTIPO DE FERROCEMENTO.

#### III.I. REQUERIMIENTOS ARQUITECTONICOS Y ESTRUCTURALES.

El panel propuesto para la techumbre de la vivienda prototipo posee características que lo hacen totalmente diferente a los que se han empleado no sólo en México, sino también a los que han surgido en los países en donde el empleo del ferrocemento en la modalidad de tableros es mucho más común, pudiéndose considerar como una innovación.

El panel prototipo contará con un núcleo de poliestireno de 0.10 m de espesor, que por las características propias que posee éste hacen del panel un elemento ligero pero muy resistente, debido a que el poliestireno se coloca entre dos capas de ferrocemento obteniéndose una sección con un alto grado de rigidez. El panel prototipo tiene las siguientes dimensiones: 4.60 m de largo por 1.00 m de ancho y con un espesor total de 0.14 m (fig. 24).

Si se busca cubrir los requerimientos estructurales con un elemento tal como el panel propuesto, primeramente se puede comentar que con un espesor semejante al propuesto, la robustez da la impresión de seguridad, ahora que con respecto a los esfuerzos a los que se verá sometido el elemento, éstos se consideran que serán reducidos debido esencialmente por la menor carga muerta que se traduce en un menor momento flexionante. Por lo anterior es de esperarse que las deflexiones inmediatas y principalmente las diferidas se mantengan debajo de los límites que marcan las normas del reglamento, esto por el momento de inercia alcanzado por la sección del elemento y la distribución del acero en la zona de compresión.

Y por lo que respecta al agrietamiento, se debe mencionar que los resultados no sólo de investigaciones sino también de la experiencia surgida de la aplicación de los tableros de ferrocemento a la vivienda, se ha comprobado que por la misma

dispersión del refuerzo, éste trabaja de una manera más eficiente que el tradicional en un elemento de concreto reforzado, en el ferrocemento se tiene un mejor control sobre este tópico.

Las investigaciones realizadas sobre el mecanismo de aparición de grietas todas convergen en que es función de la separación y de la resistencia del alambre de que consta el refuerzo, además se observa que el ancho de grietas es casi cero en las superficies de contacto del acero y el mortero, y aumenta desde la superficie de contacto hacia el área superficial. Por lo tanto, mientras menor sea la distancia entre la superficie de contacto y el área superficial del elemento, es decir, la capa de mortero, menor será el ancho de las grietas.<sup>12</sup>

Es de esperarse que por las características típicas del ferrocemento en lo que respecta al refuerzo y éste favorezca para detener el agrietamiento y así cumplir con la cuestión de los estados límite de servicio en lo referente a las deflexiones y el agrietamiento; se ha visto que las propiedades y la disposición del refuerzo en un elemento de ferrocemento contribuyen a que cumpla con las exigencias del reglamento de construcción para evitar desprendimientos o aplastamiento.

Avocándonos a los requerimientos arquitectónicos se debe mencionar que por ser fabricados los paneles en planta, su calidad será uniforme, por lo que su apariencia después de su colocación no requerirá ningún trabajo especial, salvo que se decida colocarse algún recubrimiento. Además de que el tablero será manufacturado bajo un proceso semiindustrializado con lo que logrará un ahorro considerable, se puede aumentar éste ahorro si en el proceso de fabricación se planea el obtener paneles con un acabado especial, esta modalidad no tendría ninguna dificultad dentro del proceso, por lo que respecta a la mano de obra, el ahorro es substancial, además del material que se emplee como recubrimiento.

Una ventaja más que resulta por el tipo de material que forma el núcleo del panel, es que se logran características especiales que

lo hacen ideal para aplicarlo en cualquier región del territorio nacional, debido a que el poliestireno posee cualidades acústicas y térmicas que lo hacen actuar como un aislante, lográndose que la vivienda en su interior sea confortable; también a los paneles que se destinen a muros se le adicionará poliestireno con la misma disposición que el panel para la techumbre.

Considerando la cuestión de la durabilidad, el panel con el núcleo de poliestireno no hay lugar a dudas de que es amplia, debida a que es un material no biodegradable.

### III.2. PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE UN TABLERO DE FERROCEMENTO

En la fabricación de un tablero de ferrocemento se debe observar que para cumplir con los requerimientos de las normas de construcción es menester que se elabore en tal forma que en cualquier etapa del proceso se tenga un verdadero control de la calidad, tanto de la mano de obra como de los materiales que intervienen en el proceso, y ésto se logra unicamente haciendo uso de una técnica adecuada.

Si se empleará un procedimiento netamente artesanal para la elaboración del panel, éste se vería afectado por circunstancias que repercutirían en el producto terminado, por lo que la vivienda no tendría la calidad adecuada, principalmente en el aspecto estético. Dicho lo anterior, el procedimiento de fabricación tampoco requerirá de una técnica sofisticada, sino unicamente implementar un adecuado proceso semiindustrializado, para lograr estandarizar el producto, además de uniformar la calidad con lo cual la edificación se vería enormemente beneficiada.

La ventaja de implementar un proceso que se logre estandarizar, dará como resultado que se puede programar todos los recursos que intervengan en él, en consecuencia se obtendrá un panel

económico, reflejándose hasta el costo total de la vivienda.

Para la fabricación del panel de ferrocemento se dispondrá del equipo básico para el proceso de elaboración, el cual consiste de una mesa vibratoria, que sobre ésta se colocará la cimbra donde se vaciará el mortero, donde el acabado del panel como el vibrado del mortero se logra por la acción vibratoria de la mesa, logrando que el panel quede libre de oquedades.

La elaboración del panel empieza con el habilitado de la malla de alambre de la comunmente llamada tela de gallinero con abertura de tres cuartos de pulgada, colocándose dos grupos, uno en la parte superior que consiste de una capa sencilla de tela y el de la parte inferior contiene dos capas de tela además cuatro varillas del número cuatro, distribuidas en las nervaduras a lo ancho del elemento, éste acero absorberá esfuerzos de tensión, contribuyendo también en la detención del mecanismo de agrietamiento. Hecho lo anterior se colocará el primer grupo de tela de refuerzo y las varillas en el molde previamente curado con diesel, éste molde tendrá como medidas libres 4.60x1.00 m y 0.14 m de espesor, enseguida se vaciará el mortero de cemento-arena proporción uno a cuatro que incluirá aditivo fluidificante, el vibrado de las capas inferior y superior y nervaduras del tablero se logrará por medio de la mesa vibratoria. Las capas de mortero tendrán un espesor de dos centímetros y las nervaduras de tres (fig.25).

Sobre la capa inferior de mortero se ubican los bloques de poliestireno de diez centímetros de espesor, vaciándose el mortero para la capa superior, donde previamente se colocó la capa de tela de refuerzo.

Retirando el bloque de la mesa vibratoria se coloca en un lugar fresco donde entrará a la etapa de curado, lográndose esto simplemente con riego de agua, obteniéndose un mortero endurecido de buena calidad (fig. 26).

### III.3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA VIVIENDA PROTOTIPO.

Para llevar a cabo la realización física de la vivienda prototipo en forma óptima, será cuestión principalmente de que procedimiento constructivo se defina, para que la solución satisfaga las exigencias de seguridad, durabilidad y sencillez de construcción, con una productividad que se traduzca en economía.

A continuación se describe paso a paso el procedimiento constructivo para la vivienda prototipo descrita en II.4, considerando ésta para tres modalidades, para efecto del análisis comparativo de costos.

La primera modalidad para la vivienda propuesta consistirá de materiales tradicionales y se partirá con un trabajo de limpieza y preparación del terreno donde se ubica la vivienda, para llevar a efecto la excavación para el desplante de la estructura, la cual comprende un espesor de 0.50 m. Previo a los trabajos de cimentación propiamente será necesario mejorar las condiciones mecánicas del suelo, lográndose a través de la compactación de una capa de 0.10 m de espesor con material sano, producto de la excavación, llevando la compactación hasta un 90 % de la prueba Proctor Estándar

La cimentación propuesta es a base de zapatas corridas, armadas con acero del número 3, con un peralte de 0.20 m, debido principalmente al bajo peso de la estructura (fig. 27). Tanto el análisis como el diseño estructural de la vivienda prototipo se realizó mediante programas expofeso, elaborados por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

El ancho de la zapata del eje D difiere de los restantes debido a que sobre él se concentra mayor carga.

Se armó y coló una cadena de cimentación de sección 15x20 cm para de ahí desplantar los muros, ésta cadena se armó con cadena electrosoldada para lograr un ahorro substancial en el tiempo de habilitado en comparación con el refuerzo tradicional.

La resistencia del concreto empleado para las zapatas es de  $f'_{c}=200 \text{ kg/cm}^2$ , tanto para ellas como para el empleado en el resto de la estructura.

Durante el vaciado del concreto de la cadena de cimentación se irán colocando las varillas que servirán de refuerzo de los castillos ahogados en el muro. El acero de refuerzo vertical de los castillos ahogados será del número 3 y se coloca a cada 0.80 m, a cada lado de puerta y ventana y se emplearán tantas varillas como muros se intersecten (fig. 28).

Para los muros de la vivienda prototipo se empleará block hueco vertical de arcilla extruída con dimensiones  $12 \times 12 \times 24 \text{ cms}$ , asentado con mortero cemento-arena proporción 1:4, los muros se levantarán hasta una altura de 2.00 m. Los muros además de llevar un refuerzo vertical contendrán un refuerzo horizontal que consiste de escalerilla de 0.10 m de ancho, espaciada a cada 0.50 m de la altura del muro. Se debe poner atención al momento de colar los castillos ahogados, cuidando que el concreto penetre a todo lo largo del elemento, ya que de no lograrlo el funcionamiento del elemento será deficiente (fig. 29).

Una cadena de cerramiento se colará a los 2.00 m de altura del muro, con un peralte de 0.20 m y armada con cadena electrosoldada, se eligió nuevamente éste tipo de material para el armado de la cadena debido a la rapidez con que se habilita, obteniéndose un rendimiento considerable comparado con el habilitado del refuerzo tradicional. Desde luego, a la cadena de cerramiento se le dará un acabado aparente (fig. 30).

El muro se continuará hasta la altura de enrase, altura a la cual se colocará la cimbra para el armado de la losa, el acero de refuerzo será del número 3, colocado a cada 0.15 y 0.20 m, en el sentido corto y largo respectivamente. La losa de concreto tendrá un acabado común y un espesor de 0.10 m (fig. 31). Un trabajo de impermeabilización es necesario aplicar a la superficie expuesta de la losa para que se logre proteger tanto de la lluvia como del intemperismo (fig. 32).

El trabajo de enyesado para posteriormente aplicar tirol al plafón de la losa es necesario para obtener un espacio agradable. Por lo que éstos conceptos se incluyen en el presupuesto de la presente propuesta.

La segunda modalidad para la vivienda prototipo difiere de la anterior principalmente en que en ésta el sistema de techo se logra mediante los paneles de ferrocemento los cuales fueron descritos, así como también su proceso de fabricación en III.1 y III.3, respectivamente. Otra diferencia que se observa, es en la sección de las zapatas corridas, las cuales para esta modalidad tienen un peralte de 0.15 m y un ancho de 0.50 m, sólo que en el eje D el ancho es mayor debido a que sobre él la carga es mayor (fig. 33).

Al colocar los paneles de ferrocemento se recomienda el maniobrarlos con cuidado ya que éstos llegarán de la planta de fabricación con un recubrimiento integral lo que evita que en obra se le tenga que adicionar material de recubrimiento para mejorar su apariencia.

El panel se anclará a los muros mediante perforaciones que se le practiquen a éste en el sitio conveniente al momento de asentarlo sobre el muro, para lograr que penetren las puntas del refuerzo vertical del muro, dichas puntas tendrán una longitud aproximada de 0.10 m (fig. 34). Escuadras de solera de dos pulgadas por un cuarto de espesor se colocarán sobre el muro y el tablero a través de tornillos por la parte externa del muro, logrando con esto un mayor anclaje (fig. 35).

El procedimiento a seguir para el montaje de los paneles de ferrocemento que a continuación se describe se considera como una opción de las muchas técnicas que en la especialización de dichos trabajos se han desarrollado. Para el montaje de los tableros se requiere el disponer de sólo un malacate ya que la carga a izar es de 550 kg aproximadamente (fig. 36).

Para la tercera modalidad los muros consistirán de paneles de ferrocemento, además de que la techumbre será idéntica a la

modalidad anterior. Se seguirán los mismos trabajos de cimentación que para las anteriores opciones, la sección de las zapatas para ésta modalidad es semejante a la de la propuesta anterior. El refuerzo vertical se colocará a cada 1.00 m para reforzar la unión entre tableros de los muros (fig. 17), agregándole un mortero cemento arena con gravilla, debido a que la sección será de 0.14x0.10 m. Hecho lo anterior se armará y colará la cadena de cerramiento con las mismas características que las previas modalidades, cuidando de dejar la cara superior con una inclinación tal que evite que la arista exterior llegue a penetrar al panel (fig. 38).

Para el izaje de los paneles de ferrocemento de los muros se procederá conforme se ilustra en la fig. 39. Se observarán tanto para el correcto manejo como para la instalación de los paneles de la techumbre los asentados en la modalidad anterior.



#### IV. ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS.

##### IV. I. INTRODUCCION.

En esta parte se analizarán los costos de tres propuestas para la vivienda prototipo, con el propósito de comparar y determinar que empleando ferrocemento a la vivienda se logra economizar recursos, es de esperarse que éste ahorro no sea significativo si es producto de un análisis en que se toma como patrón una vivienda.

Como se ha mencionado a lo largo de esta exposición el ferrocemento en la modalidad de tablero es un material que se presta a procesos industrializados de fabricación, logrando con ello una aceptable calidad del producto, calidad adecuada para aplicarla a la edificación de la vivienda. Siendo entonces posible el lograr el estandarizar el tablero de ferrocemento, adecuándolo ya no a un proceso industrial en forma, pero el que se defina, si nos garantiza el nivel de calidad que toda edificación se realice con elementos prefabricados. De esta forma se mantendría una producción que garantizará el suministro de los elementos a la producción masiva de viviendas, y de este modo la diferencia de los costos de los procedimientos tradicional y de prefabricación serían más notorios.

Para este análisis comparativo de costos no se considerará para tal efecto el valor del terreno, no obstante que cualquier espacio urbano se debe considerar como un bien económico. Esta posición de no integrar al costo de la vivienda el valor del terreno se tratará de justificar a continuación.

Si se toma en cuenta que todos los bienes incrementan sus precios en una economía inflacionaria, inmediatamente surge la pregunta de porque aumenta el precio del terreno a tasas mayores que la inflación; la respuesta inmediata que ocurre a contestar podría

ser debida a la ley de la oferta y la demanda; pero ésta no aclara el problema totalmente; porque no obstante se ha observado que aún con inflación y sin ella el precio del suelo siempre está en ascenso. Además cualquier centro de población mientras sostenga el crecimiento, su espacio urbano continuará valorizándose más y más.

Se ha utilizado la expresión espacio urbano para hacer referencia a la totalidad o a una porción particular de la extensión abstracta que ocupa una calidad. Aunque el espacio urbano es tridimensional, sobre todo cuando se refiere a grandes edificios de condominios, por costumbre práctica lo proyectamos en un plano. Por mancha urbana se designa la superficie que ocupa la zona urbanizada proyectada en un plano.

Cuando se estudia la economía de varias zonas urbanas un hecho sorprende: a pesar del desorden de las construcciones y usos, un orden domina el diseño de los centros de población. Siete elementos concurren para explicar el diseño de una ciudad y son:

a) el acceso: la base de cualquier ciudad o incluso de cualquier pueblo es el acceso. Los centros de población crecen hasta el punto donde el acceso llega al máximo.

b) el transporte: el acceso de las localidades en la zona urbana y de toda ciudad, depende de la red de transporte y del sistema para movilizar bienes, personas, dinero e información.

c) especialización: la adaptación de las actividades económicas al espacio, tiende a generar zonas especializadas, es decir en donde domine una actividad en determinada área urbana. Así se puede tener zonas residenciales, comerciales, industriales y en cada una, subdivisiones por clases o categorías. La especialización derivó de la competencia entre los ocupantes, por las posiciones con mejor acceso.

d) competencia: las actividades que requieren localizaciones de máximo acceso, tratarán de adquirirlo pagando más por ellas, y desplazarán a otras actividades, que pasarán a ocupar zonas con un acceso secundario por esto en las zonas y en las regiones, las

distintas actividades (industria, comercio, habitación, descanso y diversión), compiten por el espacio, siendo el acceso la característica dominante.

e) la trama urbana: al establecerse una diferencia entre las localizaciones y generándose zonas especializadas, se producen estructuras centro-marginales. Estas estructuras forman una red que se desarrolla en la misma zona urbana (patrón urbano), que integra el centro de la ciudad con distintas zonas de actividad; así mismo, la ciudad se constituye en un centro o polo que se integra en una red mayor (red urbana o regional), en donde ejerce su influencia sobre asentamientos menores y queda supeditada a zonas metropolitanas más amplias.

f) la acumulación histórica: la estructura urbana es resultado de la acumulación de decisiones y acciones históricas.

Las decisiones tomadas en el pasado, condicionan y en ocasiones determinan las del presente. La acumulación histórica tiene como efecto el deterioro o el mejor desarrollo de una zona urbana, como también la interferencia entre zonas vecinas, donde el crecimiento de una de ellas puede producir parálisis de otras.

g) centralización política: la centralización en la toma de decisiones, genera centro de poder político y/o administrativo. El acceso, la acumulación histórica y la posición de una ciudad como centro de poder, aumentan la atracción de su zona urbana.

En la práctica económica, al efectuarse una transacción con referencia a un espacio urbano se integran tres elementos: suelo, edificaciones y localización. Por suelo entendemos a la superficie de la tierra y su capa externa; por edificaciones, toda la estructura material; y por localización, la relación de jerarquía en que se encuentra un espacio urbano, con el resto de los espacios, en función de su acceso y características ambientales.

Como se puede observar, las características ecológicas y el acceso permiten estructurar el espacio económico, y así de ser un espacio abundante, se torna en un factor escaso. Por este mecanismo, el

espacio urbano adquiera las características de un bien económico, como son:

- a) escasez, es decir, existe una cantidad limitada de localizaciones urbanas disponibles para cada actividad.
- b) producción, pues si el hombre no lo crea, tiene que ser adaptado para cada uso; y
- c) valorización, ésto es, se le asigna un valor económico que se expresa en forma de un precio.

Sin embargo, el espacio urbano tiene características que lo distinguen de otros bienes económicos, que tiene consecuencias muy importantes para los procesos de adaptación (producción), asignación, uso y valorización, como son:

- 1) el espacio tiene siempre una cantidad fija; siempre que se incorpore un espacio determinado a un uso, tendrá que ser retirado de otro uso;
- 2) el espacio no es producido por el hombre, éste sólo lo adapta para los diferentes usos, pero no puede crearlo;
- 3) el espacio puede utilizarse, desperdiciarse, deteriorarse (en cuanto a sus estructuras físicas), pero no se desgasta ni se destruye, es decir, no se consume;
- 4) cada espacio es único desde el punto de vista de su localización; no puede ser sustituido o reproducido; la persona que ejerce el dominio sobre una porción de espacio urbano, tiene de hecho facultades monopólicas; y
- 5) el espacio no puede ser transportado; las localizaciones adaptadas y disponibles para un lugar, no pueden ser trasladadas a otro donde se les necesita.

Las consecuencias de considerar al espacio como un bien, hace que el sistema económico lo equipare con todos los demás.

Los mecanismos de valorización del suelo urbano no se puede explicar a partir de dos factores: la concentración de la población y el incremento del ingreso en la zona urbana. El

desarrollo de los sistemas de transporte ha permitido concentrar más la población en las zonas urbanas; al mismo tiempo que la superficie ocupada para la ciudad se extiende, los lugares de mayor acceso se utilizan con más intensidad; al darse a un espacio un uso intensivo, su valorización aumenta. Por otra parte, al desarrollarse una ciudad se produce un incremento en los ingresos de sus habitantes, lo que permite disponer de más recursos para adquirir espacio; como las localizaciones son limitadas, la escasez se reflejará en un incremento en los precios.

La explicación más importante y clara al incremento de los precios del espacio urbano de otros bienes, la encontramos al estudiar el mercado inmobiliario y comprobamos que presenta grandes imperfecciones, es decir, no se ajusta a la ley de la oferta y la demanda. Esto se debe a que la oferta de espacio urbano es inelástica, presenta economías y deseconomías externas y tiene características monopólicas.

La elasticidad de la oferta de un bien, implica que al presentarse una mayor demanda, los precios aumentarán y los productores concurrirán a satisfacerla. Pues bien, la oferta del espacio urbano es inelástica, como ya se comentó, la cantidad de espacio disponible es fija siempre, no se puede crear. Cuando la demanda de unidades de alojamiento crece, es necesario adaptar espacio destinado a otros usos (agricultura, especialmente) o bien, utilizar más intensivamente el espacio disponible.

La zona urbana genera economías y deseconomías externas; si los beneficios de una actividad son superiores a su costo marginal, se produce una economía externa. Por ejemplo si en una zona se construye un centro comercial muy atractivo o el Estado abre una avenida moderna, estas obras se reflejan en los precios de los lotes, en mayor o menor medida conforme al acceso, sin que sus propietarios tengan que pagar un costo. Estamos en el caso de una economía externa, misma que se trata de corregir mediante los impuestos a la plusvalía del suelo derivada de obras de

infraestructura urbana.

En sentido inverso, si en una zona urbana se instala una industria que genera humo, ruidos y polvo, reducirá el atractivo de su espacio y se limitará el incremento de sus precios. Esto es una deseconomía externa.

Una conclusión de lo anterior es que las acciones públicas y privadas, mejorarán o perjudicarán a los propietarios del terreno, participen o no en las mismas

El factor monopolístico en el mercado, se deriva de dos causas: la intransferibilidad del suelo dentro del espacio geográfico y la fragmentación de su propiedad.

Cuando se busca un lote para construir un comercio, el acceso es el principal factor y sus propietarios saben que las alternativas son limitadas. Si las ofertas de compra no les satisfacen, pueden optar por esperar dejando su lote baldío o subaprovechado, esperando una situación más favorable. Dificilmente puede tener competencia y su terreno no se desgastará, descompondrá, pasará de moda o se perderá. Los lotes baldíos en las zonas urbanas, de propietarios que esperan valorizarlos más y más, son la mejor expresión de la posición monopólica de la propiedad privada.

Por todas las consideraciones tratadas anteriormente, prueban que es imposible tener algún control sobre el valor del suelo, en donde se requerirá edificar, debido a que éste bien económico contiene características especiales que lo diferencian de los demás. Por ello sólo se considerarán con propósitos del análisis comparativo de costos, aquéllos elementos que no son objeto frecuente de especulación y cuyo precio se apega a la ley de oferta y demanda, lo que permite conocer su comportamiento a un período de tiempo más largo.

#### IV.2 PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA 1. VIVIENDA PROTOTIPO CON MATERIALES TRADICIONALES.

La presente propuesta se basa en el prototipo de vivienda descrita en II.4, considerando que para esta proposición el sistema de techo sea a base de una losa de concreto armado.

El presupuesto de la proposición esta incluyendo los conceptos de yeso y tirol, obedeciendo a que en la propuesta 2 los tableros de ferrocemento se fabricarán con un recubrimiento integral.

#### IV.3. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA 2. VIVIENDA PROTOTIPO CON CUBIERTA DE FERROCEMENTO.

Aquí se consideran dos alternativas para la fabricación del tablero de ferrocemento, la primera considera un tablero con superficie aparente lograda por medio de una cubierta de PVC, integrada a la cimbra del panel. La segunda consideración se conforma con paneles de ferrocemento con una superficie grabada, la que se destine como plafón de la techumbre, además se le adiciona un mortero especial que hace las veces de recubrimiento integral.

#### IV.4. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA 3. VIVIENDA PROTOTIPO CON MUROS Y CUBIERTA A BASE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO.

Se consideran dos tipos de tableros para este presupuesto, los de techumbre que son similares a los de la anterior propuesta y los que se destinen a los muros. Esto obedece a que la cantidad de acero con que se refuerzan dichos tableros son diferentes. Por lo demás la cimentación para ésta propuesta es semejante a la anterior. La cadena de cerramiento se construirá con las mismas características que las anteriores propuestas.

La presente propuesta se considera con dos opciones para el panel de techumbre con acabado aparente y con superficie grabada como se menciona en la propuesta precedente.



PRESUPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE LOSA DE CONCRETO ARMADA DE 10 CM DE ESPESOR.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
LMPI LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRU- CTURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL, COMPRENDE: TUNDA Y ACCPIO, QUEMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA Y MANO DE O- BRA.	M2	103.84	0.53	55.04
TOMO TRAZO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANT E DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIP O TOPOGRAFICO.	M2	103.84	1.26	130.84
EXPE1 EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: AFLIJE Y EXTRACCION MARCIE O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARREO HASTA 10 M, DE 0.00 A 2.00 DE PROFUNDIDAD.	M3	26.88	18.38	494.05
FELL1 RELLENO EN CAPAS CON MATERIAL A Y/O B, EN CAPAS DE 12 CM DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA PROCTOR STANDARD.	M3	5.38	21.58	116.10
PLANT PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA, DE F'c= 100 KG/CM2, TMA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR, INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VA- CIADO, VIBRADO, CURADO.	M2	53.76	16.83	904.78
SYCA2 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DEL # 3 (3/8").	TON	0.42	2,439.14	1,024.44
CIMB1 CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO COMUN, INCL: MANIOBRAS, FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZA- PATAS.	M2	23.62	29.24	690.65
VACD1 VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO CON REVOLVEDORA, INCL: VIBRADO, CURADO, ACARREO Y DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	7.52	299.13	2,249.46
CACIM CADENA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARNEX 15X20X4, CONCRETO RN(1) TMA 20 MM DE F'c= 200 KG/ CM2, DE SECCION 15X20 CM ACABADO COMUN.	ML	67.58	31.21	2,109.17
MUTAI MURO DE TABIQUE DE BARRO PERFORADO VERTICAL 12X12X 24, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, 5 MM DE ESPESOR CON CASTILLOS INTEGRALES A CADA 80 CM CON CONCRETO F'c=150 KG/CM2 Y VARILLA DEL #3, ESCA LERRILA E-12 A CADA 50 CM.	M2	135.22	69.43	9,388.32
CACEZ CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARNEX 15X20X4, RN(1) TMA 20 MM, DE F'c= 200 KG/CM2, DE SECCION 12X20 CM, ACABADO APARENTE.	ML	69.16	34.00	2,351.44
LOCA1 LOSA DE CONCRETO ARMADO CON ACERO DE REFUERZO DEL				

12.15/93

Hoja: 0002

PRESUPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE LOSA DE CON-  
CRETO ARMADA DE 10 CM DE ESPESOR.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
#3 Y CONCRETO FABRICADO EN OBRA CON REVOLVEDORA DE 210-250 KG/CM2, ACABADO COMUN.	M2	108.00	97.33	10,724.40
YESO: APLANADO Y ENSQUILLADO CON TODOS LOS MATERIALES Y MODO DE OBRA, INCL: ACARREOS, ELABORACION DE MORTESO Y TERMINADO DE LA SUPERFICIE HASTA 3.00 M DE ALTURA CON YESO A REGLA Y NIVEL.	M2	50.64	21.21	1,114.62
TIJOL: SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIJOL PLANCHADO EN COLOR NATURAL SOBRE PLAFON Y MUROS, A BASE DE MORTESO DE CALHIDRA-CEMENTO BLANCO-POLVO DE MARMOL. INCL: PREPARACION DE MEZCLA, ANDAMIOS Y LIMPIEZA.	M2	80.84	17.52	1,692.96
IMPR: IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, SOBRE MEMBRANA DE REFUERZO, PINTURA PROTECTIVA COLOR ROJO. INCL: ACARREOS, DESPERDICIOS Y HERRAMIENTA.	M2	108.00	10.58	1,142.64
				=====
			IMPORTE TOTAL:	34,188.91

PREPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON ACABADO APARENTE.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
LIMP1 LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRU- CTURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL. COMPRENDE: TUMBA Y ACCIDIO, QUEMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA Y MANO DE O- BRA.	M2	101.79	0.93	53.95
TNYM TRAZO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANT E DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIP O TOPOGRAFICO.	M2	101.79	1.26	128.26
EXPE1 EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: AFLIJE Y EXTRACCION ANADICIO O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARREO HASTA 10 M. DE 0.60 A 2.00 DE PROFUNDIDAD.	M3	20.43	18.38	375.50
RELL1 RELLENO EN CAPAS CON MATERIAL A Y/O B, EN CAPAS DE .2 M DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA PROCTOR STANDARD.	M3	4.54	21.58	97.97
PLANT PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA, DE F <sub>1</sub> = 100 KG/CM <sup>2</sup> , TMA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR, INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VA- CIADO, VIBRADO, CURADO.	M2	45.41	16.83	764.25
SYCA2 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DEL # 3 (3/8").	TON	0.38	2,439.14	926.87
CINIA Cimbra y descimbra acabado comun. INCL: MANIOBRAS, FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZA- PATAS.	M2	18.19	29.24	531.68
VACCI VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACARREO Y DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	5.18	299.13	1,549.49
CACIM CADENA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX 15X20X4, CONCRETO RN(1) TMA 20 MM DE F'c= 200 KG/ CM <sup>2</sup> , DE SECCION 15X20 CM ACABADO COMUN.	ML	67.58	31.21	2,109.17
MUTAI MURO DE TABIQUE DE BARRO PERFORADO VERTICAL 12X12X 24, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, 5 MM DE ESPESOR CON CASTILLOS INTEGRALES A CADA 80 CM CON CONCRETO F'c=150 KG/CM <sup>2</sup> Y VARILLA DEL #3, ESCA LERRILA E-12 A CADA 50 CM.	M2	135.22	69.43	9,388.32
CACEZ CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX 15X20X4, RN(1) TMA 20 MM, DE F'c= 200 KG/CM <sup>2</sup> , DE SECCION 12X20 CM, ACABADO APARENTE.	ML	69.16	34.00	2,351.44
1FC-1 CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.00X				

PREBUDGETO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON ACABADO APARENTE.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
4.00 M. PARA TECHAMBRER A BASE DE 3 CAPAS DE TELA DE SALLINERO DE 211, ACEFO DEL REPUERZO DEL 44, MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4 Y BLOQUES DE POLIESTIRENO ACABADO APARENTE.	PZA	24.00	282.76	6,786.24
13.00 M3 - COLOCACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO PARA TECHAMBRER.	PZA	24.00	12.57	302.16
14.00 IMPERMEABILIZACION EN JUNTAS DE PANELES A BASE DE ASFALTO HIDRADO.	ML	110.20	2.75	303.05
15.00 IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, DOSLE MEMBRANA DE REPUERZO, PINTURA PROTECTIVA COLOR ROJO. INCL: ACARRREDS, DESPERDICIOS Y HERRAMIENTA.	M2	108.00	10.53	1,137.24
				=====
		IMPORTE TOTAL:		26,617.81

PREPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE BRABADA Y ACERQUEAMIENTO INTEGRADO.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
LIMPI LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRU TURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL, COMPRENDE: TUMBA Y ACORCIO, SUMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA / MANO DE O BRA.	M2	101.77	0.53	53.95
TAMBO TRAZO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANT E DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, EJES, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIP O TOPOGRAFICO.	M2	101.77	1.26	128.26
EXPEL EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: AFLOJE Y EXTRACCION AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARRED HASTA 10 M, DE 0.30 A 0.40 DE PROFUNDIDAD.	M3	20.43	18.38	375.50
RELLO RELENO EN CAPAS CON MATERIAL A Y/O B, EN CAPAS DE 1.5 M DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA FROCTOR STANDARD.	M3	4.54	21.58	97.97
PLANT PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA, DE F'c= 100 KG/CM2, TMA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR, INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VA- CIADO, VIBRADO, CURADO.	M2	45.41	16.83	764.25
SVCAZ SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DEL # 3 (12/8").	TON	0.38	2,439.14	926.87
CINCA CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO COMUN. INCL: MANIOBRAS, FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZA- PATAS.	M2	18.18	29.24	531.58
VACCI VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO CON REVOLVEDORA, INCL: VIBRADO, CURADO, ACARRED Y DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	5.18	299.13	1,549.49
CACIN CADENA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARME X (15X20/4, CONCRETO RN(1) TMA 20 MM DE F'c= 200 KG/ CM2, DE SECCION 15X20 CM ACABADO COMUN.	ML	67.59	31.21	2,109.17
MUTAI MURO DE TABIQUE DE BARRO PERFORADO VERTICAL 12X12X 24, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, 5 MM DE ESPESOR CON CASTILLOS INTEGRALES A CADA 80 CM CON CONCRETO F'c=150 KG/CM2 Y VARILLA DEL #3, ESCA LER#1A E-12 A CADA 50 CM.	M2	135.22	69.43	9,388.32
CACED CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARME X (15X20/4, RN(1) TMA 20 MM, DE F'c= 200 KG/CM2, DE SECCION 12X20 CM, ACABADO APARENTE.	ML	69.16	34.00	2,351.44
TCO-2 CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.00X				

PREPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA CON CUBIERTA A BASE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE BRANEA Y RECUBRIMIENTO INTEGRADO.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
1.60 M. A BASE DE 3 CAPAS DE TELA DE GALLINERO DE 174, ACERO DE REFUERZO DEL 14, MORTERO CEMENTO A RENA 1:14 Y BLOQUES DE POLIESTIRENO, CON SUPERFICIE BRANEA.	PZA	24.00	293.02	7,032.48
15A1E LEVANTE Y COLOCACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO PARA TECHAMBRAS.	PZA	24.00	12.59	302.16
15PR2 IMPERMEABILIZACION EN JUNTAS DE PANELES A BASE DE ASFALTO OXIDADO.	ML	112.70	2.76	311.07
15PR1 IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, DOBLE MEMBRANA DE REFUERZO, PINTURA PROTECTIVA COLOR ROJO. INCL: ACARREOS, DESPERDICIOS Y HERRAMIENTA.	M2	108.00	10.58	1,142.64
				=====
		IMPORTE TOTAL:		27,088.35

PRELUSTRO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA A BASE DE MUROS Y TECHUMBRE DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE APARENTE.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
LIMP1 LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRUCURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL, COMPRESOR, TUBA Y ACORTIO, QUEMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	101.79	0.53	53.95
TAVO TAVO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIPO TOPOGRAFICO.	M2	101.79	1.26	128.26
EIPE1 EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: AFLUJE Y EXTRACCION AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARREO HASTA 10 M, DE 0.00 A 2.00 DE PROFUNDIDAD.	M3	20.43	18.39	375.50
RELL1 RELLENO EN CAPAS CON MATERIAL A Y/O B, EN CAPAS DE 12 CM DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA PROCTOR STANDARD.	M3	4.54	21.58	97.97
PLANT PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA, DE F.C= 100 KG/CM2, TMA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR, INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VARIADO, VIBRADO, CURADO.	M2	45.41	16.83	764.25
EYCA2 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DEL # 3 (3/8").	TGN	0.38	2,439.14	926.87
CINZA CIMBRA Y DESCIMBRA ACABADO COMUN. INCL: MANIOBRAS, FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZAPATAS.	M2	18.19	29.24	531.86
VACD1 VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACARREO Y DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	5.18	299.13	1,549.49
CACM1 CADENA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX 15X20X4, CONCRETO RN(1) TMA 20 MM DE F.C= 200 KG/CM2, DE SECCION 15X20 CM ACABADO COMUN.	ML	67.59	31.21	2,109.17
TEC-4 TABLERO DE FERROCEMENTO PARA MURO.	M2	135.22	55.41	7,492.54
COTAF CORTE DE TABLERO DE FERROCEMENTO CON CORTADORA DE DISCO ABRASIVO DE 14".	ML	76.00	1.90	144.40
TAJ2 TAJE DE TABLEROS DE MURO	PZA	65.00	1.93	125.45
CAS1 COLADO DE CASTILLOS EN TABLEROS DE MURO A BASE DE MORTERO PROPORCION 1:4, REFORZADO CON ACERO DEL #3 ML		130.00	5.84	759.20
CACE2 CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX				

PRELUPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA A BASE DE Muros Y TECHUMBRE DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE APARENTE.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
15A2014, AN(1) TPA CO VM, DE F'cm 190 KG/CM2, DE SECCION 10X20 CM, ACABADO APARENTE.	ML	59.16	24.00	1,421.44
TFC-1 CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.00X 1.00 M, PARA TECHUMBRE A BASE DE 3 CAPAS DE TELA DE BOLLINERO DE 2/4", ACERO DEL REFUERZO DEL #4, MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4 Y SLOQUES DESPOLIESTINADO ACABADO APARENTE.	PZA	24.00	282.76	6,786.24
ISAJE LEJAJE Y COLOCACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO PARA TECHUMBRE.	PZA	24.00	12.59	302.16
IMPRC IMPERMEABILIZACION EN JUNTAS DE PANELES A BASE DE ASFALTO CILICADO.	ML	198.20	2.76	547.43
IMPRI IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, CORLE MEMBRANA DE REFUERZO, PINTURA PROTECTIVA COLOR ROJO. INCL: ACARREOS, DESPERDICIOS Y HERRAMIENTA.	M2	108.00	10.53	1,142.54
				=====
		IMPORTE TOTAL:		26,160.84



PROYECTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA A BASE DE MUROS Y TECHUMBRE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE GRABADA.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	MONTE
LIMPI LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL, COMPRENDE: TUMBA Y ACPIO, QUEMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRERA.	M2	101.79	0.53	53.95
TRAZO TRAZO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES, PASOS, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIPO TOPOGRAFICO.	M2	101.79	1.26	128.26
EXCAV EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: AFLIJE Y EXTRACCION SUAVE O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARDEO HASTA 10 CM DE 0.00 A 0.00 DE PROFUNDIDAD.	M3	20.43	13.38	273.50
RELLENO RELLENO EN CEFAS CON MATERIAL A Y/O B, EN CAPAS DE 0.2 M DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA PROCTOR STANDARD.	M3	4.54	21.58	97.97
PLANT PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA, DE F'c= 100 KG/CM2, TMA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR, INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VACIADO, VIBRADO, CURADO.	M2	45.41	16.83	764.25
ACERZ SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DEL # 3 (3/8").	TON	0.38	2,439.14	926.87
CIMA CIMA Y DESCIMA ACABADO COMUN. INCL: MANIOBRAS, FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZAPATAS.	M2	18.19	29.24	531.68
VACI VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACARDEO Y DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.	M3	5.18	299.13	1,549.49
CACIM CADENA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX 15X20X4, CONCRETO RN(1) TMA 20 MM DE F'c= 200 KG/CM2, DE SECCION 15X20 CM ACABADO COMUN.	ML	67.58	31.21	2,109.17
TEC-A TABLERO DE FERROCEMENTO PARA MURO.	M2	135.22	55.41	7,492.54
COTAF CORTE DE TABLERO DE FERROCEMENTO CON CORTADORA DE DISCO ABRASIVO DE 14".	ML	76.00	1.90	144.40
TEAJE TEAJE DE TABLEROS DE MURO	PIA	65.00	1.93	125.45
CASL DOLADO DE CASTILLOS EN TABLEROS DE MURO A BASE DE MORTERO PROPORCION 1:4, REFORZADO CON ACERO DEL #3 ML	ML	150.00	5.84	759.20
CACES CADENA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX				

RESUPUESTO PARA UNA VIVIENDA ECONOMICA A BASE DE MURD Y TECHUMBRE DE TABLEROS DE FERROCEMENTO CON SUPERFICIE GRABADA.

CLAVE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
ISX004, ENL: 10A 20 MM, DE FIC= 000 KG/CM2, DE SECCION 10X20 CM, ACABADO APARENTE.	ML	59.16	34.00	2,051.44
IFC-2 CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.00X 1.50 M, A BASE DE 3 CAPAS DE TELA DE GALLINERO DE 3/4", ACERO DE REFUERZO DEL #4, MORTERO CEMENTO A RENA 1:4 Y BLOQUES DE POLIESTIRENO, CON SUPERFICIE GRABADA.	PZA	24.00	293.22	7,037.28
ISAE 11AJE Y COLOCACION DE TABLEROS DE FERROCEMENTO PARA TECHUMBRE.	PZA	24.00	12.59	302.16
IMPR2 IMPERMEABILIZACION EN JUNTAS DE PANELES A BASE DE ASFALTO OXIDADO.	ML	188.20	2.76	519.43
IMPR1 IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, DOBLE MEMBRANA DE REFUERZO, PINTURA PROTECTORA COLOR ROJO. INCL: ACARREOS, DESPERDICIOS Y MANGAMIENTA.	M2	108.00	10.58	1,142.64
				<u>24,411.88</u>
		IMPORTE TOTAL:		24,411.88

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de la constante preocupación tanto del sector público como de la iniciativa privada así como de los profesionales y técnicos de la construcción que han buscado y hallado, no sin grandes esfuerzos, variantes y alternativas de solución al déficit habitacional existente en el país; el ferrocemento en la modalidad de tableros se presenta como una alternativa más en la solución de esta problemática.

Es por ello que la construcción de la vivienda con ferrocemento constituye una opción a tener en cuenta cuando los objetivos que se persigan sean los siguientes: disminución del tiempo de construcción, abatimiento de los costos y un uso racional de los materiales.

Hasta el presente en todo el país es mínima la cantidad de viviendas construidas empleando tableros de ferrocemento, debido principalmente a que la tecnología aplicada al ferrocemento se encuentra aún en una fase primaria de desarrollo. No obstante que la versatilidad del ferrocemento es evidente como lo demuestra la amplia aplicación de que es objeto en otros países éste material.

Existen diversas razones que justifican su amplio uso. Del lado constructivo, se puede fabricar de cualquier forma, por caprichosa que esta sea. Los conocimientos necesarios para su elaboración se logran adquirir con facilidad; no se requieren plantas y maquinarias de alta tecnología para su elaboración, aunque está potencialmente preparado para ello, y además es muy fácil de reparar. Del lado del material, posee un grado de rigidez, ductilidad, resistencia y comportamiento al agrietamiento, que es considerablemente superior al encontrado en otras formas constructivas de concreto.

Sin embargo, existen aplicaciones donde el ferrocemento no se usa ampliamente, a pesar de que es el material idóneo para ello.

Esto se debe a un insuficiente conocimiento de su comportamiento, por lo que se requerirán de nuevas investigaciones que permitan ampliar su empleo. La aprobación de normas y guías de diseño, que auxilien a los proyectistas es necesaria.

En México el ferrocemento debe ser aceptado ya como un material único para diferentes aplicaciones; su uso se extiende no sólo en países en vías de desarrollo, sino en aquéllos industrializados, lo que evidencia que la calidad lograda en la vivienda empleando ferrocemento la hacen sumamente atractiva para cubrir las necesidades de albergue en poblaciones con ingresos económicos más altos.

Para la producción de elementos de ferrocemento no siempre es indispensable una planta con todo el equipamiento requerido, sino que es factible también y esto constituye una ventaja de éste material, producir elementos con un mínimo de condiciones y herramientas, aunque velando por la calidad de los elementos.

En la elaboración de un elemento de ferrocemento los materiales que lo constituyen son todos comunes y se dispone de ellos en cualquier región del país. En relación al poliestireno que sirve de núcleo al panel prototipo propuesto, se debe señalar que hasta el momento fué el material que por sus características se adecua a los requerimientos de ligereza y rigidez siendo éstos los objetivos primordiales que se buscan en el tablero, además de que el poliestireno posee cualidades acústicas y térmicas, reflejándose éstas en confort a la vivienda. La característica esencial por la que se optó por el poliestireno es la debida a su menor costo, comparado con otros materiales, aunado a su fácil habilitado en el proceso de construcción del panel.

Aunque todas las fases del proceso constructivo del panel son importantes, se debe enfatizar en el vibrado, ya que es de suma importancia el alcanzar una mayor compacidad en los elementos, siendo preciso el contar con una mesa vibratoria para tal efecto, siendo ésta la principal inversión en cuanto a

maquinaria se refiere, en el acondicionamiento de una planta de fabricación de elementos de ferrocemento.

En cuanto al tratamiento superficial, ésta se puede explotar mucho más, ya que se pueden lograr texturas variadas ya sean lisas o rugosas. Asimismo, se pueden obtener enchapes para paneles destinados a fachadas con cerámica, piedra, ladrillo, entre otros.

En la fase de curado el método propuesto siendo el de tipo superficial el más empleado, que se realiza añadiéndole agua al elemento durante los siete primeros días, pudiéndose lograr el mismo resultado a través del curado por inmersión, requiriéndose estanques destinados para este fin.

En relación al ensayo del panel que en este trabajo se propone para conocer su comportamiento bajo distintos tipos e intensidades de carga, no fué posible llevarlo a cabo durante el desarrollo del presente, no obstante el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto tiene programado llevar a cabo una serie de ensayos del panel propuesto a mediados del presente año, obedeciendo al interés que implica el desarrollar un sistema constructivo aplicando tableros de ferrocemento a la vivienda, para lo cual los resultados de un programa de pruebas donde se someta al tablero de ferrocemento propuesto es de suma importancia. Además tales ensayos no sólo se limitarán a considerar al tablero de ferrocemento para aplicarlo a la vivienda de una sola planta sino que también se efectuarán ensayos sobre tableros considerando que se aplicarán a la vivienda de varios entrespisos.

Como es de esperarse el ahorro que se logra empleando paneles de ferrocemento en comparación con la vivienda con losa de concreto armado no es muy significativa según se observa en los respectivos presupuestos, pero debe de entenderse que el ferrocemento es un material con características tan peculiares que lo hacen ideal para someterlo a procesos de prefabricación, lográndose con ésto primero, que la calidad alcanzada del

producto sea de niveles altos, segundo que el tiempo de edificación requerido se abata significativamente. Por éstas razones la implementación de sistemas constructivos empleando paneles de ferrocemento prefabricados son sumamente atractivos si se aplican a la consecución de programas de producción masiva de viviendas, porque de esta manera la diferencia en los costos de la construcción tradicional y la de prefabricación será entonces considerable.

El factor tiempo es un aspecto que consideran primordial por aquéllos que se interesan en destinar recursos económicos en la industria de la construcción, específicamente a la construcción de viviendas; con el panel de ferrocemento industrializado se logra disminuir considerablemente el tiempo de ejecución de obra, por lo que la inversión que se aplique para tal fin se recupera a un plazo más breve.

La reducción en el tiempo de edificación de la vivienda prototipo se debe a que en la etapa de izaje los tableros de la techumbre se maniobran fácilmente debido a su reducido peso; el tiempo de ejecución se reduce aún más cuando la vivienda consiste de muros y techumbre de tableros de ferrocemento, se preferirá que éstos tableros se les incluya el material de recubrimiento.

Comparando los presupuestos de las diferentes propuestas (tabla 14-18), se aprecia que en la propuesta 1, la vivienda prototipo de materiales tradicionales el concepto de techumbre resulta ser el de mayor costo comparado con los correspondientes de las restantes propuestas, teniendo en cuenta que la losa de concreto incluye yeso y tirol.

En lo referente al aspecto de los muros se desprende de las citadas tablas, que el costo de los mismos representa un alto porcentaje del costo total de la vivienda por lo que se infiere que es recomendable el ensayar otras alternativas sobre los materiales para la fabricación de los blocks.

En las tablas 19-23 se aprecia como se distribuyen,

En las tablas 19-23 se aprecia como se distribuyen porcentualmente los principales materiales, mano de obra, equipo y herramienta que intervienen en la construcción de la vivienda prototipo en las diferentes propuestas, por ejemplo, en la propuesta 1, la mano de obra abarca practicamente la mitad del costo total, mientras que en las restantes propuestas no rebasa el 40 % del costo. En relación al poliestireno en la propuesta 3 el porcentaje de su participación aumenta en algo más de 6 % con respecto a la propuesta 2, por lo cual también se recomienda el empleo de algún otro material que sustituya al poliestireno contando con similares propiedades pero con un precio menor. De todo lo anterior, se desprende que existe la necesidad de ampliar el conocimiento que sobre el ferrocemento se tiene por lo que a continuación se proponen algunas de las posibles áreas de investigación:

1. Estudios de otros tipos de compuestos de ferrocemento como el fibroso, polimérico, así como el ferrocemento usando agregados ligeros.
2. Estudios referentes a la reducción del costo del ferrocemento usando materiales alternativos para el refuerzo y manteniendo sus características esenciales de resistencia, rigidez y durabilidad.
3. Estudios del mecanismo de falla, fractura y fisuración, de propagación de fisuras, su resistencia a la falla, así como al impacto.
4. Estudios respecto a la resistencia y deformación del ferrocemento bajo las diferentes cargas y combinaciones para definir nuevas relaciones para el análisis y diseño de estructuras.
5. Desarrollar los procesos de diseño por estados límites para elementos estructurales.
6. Análisis probabilístico y diseño de los componentes estructurales de ferrocemento, estudios referentes a la seguridad, riesgo de falla, etc., respecto a los estados límites-

de rotura y de utilización.

7. Desarrollo de recomendaciones para ensayos y diseño de productos de ferrocemento.

8. Aplicación del ferrocemento al reforzamiento, reparación y rehabilitación de estructuras dañadas.

9. Desarrollo de las unidades de fabricación de elementos de ferrocemento en industrias para diferentes capacidades e inversiones.

Deseo que este trabajo despierte el interés sobre aquéllos implicados en la problemática habitacional y miren al ferrocemento como una alternativa más a considerar; porque en México no se ha aprovechado el enorme potencial que desarrolla.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. INEGI: XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.
2. SEDESOL: Dirección General de Política y Coordinación de Programas de Vivienda.
3. WAINSHOK RIVAS, HUGO: Una Introducción al Diseño de ferrocemento, Habana Cuba, 1973.
4. BOWEN, G.L.: A New Mesh for Ferrocement Construction, Journal of ferrocement, vol. 5-1, 1976.
5. PAUL, B. K.: Ferrocement Development in India y Bangladesh, Journal of Ferrocement, 1978.
6. ACI, AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Report: Guide for Design, Construction and Repair of Ferrocement, Committee 549, 1988.
7. ACI COMMITTEE 621: Selection and Use of Aggregates for Concrete.
8. BYRNE, J. G.; WRIGHT, W.: An Investigation of Ferrocement Using Expanded Metal, Concrete and Construction Engineering.
9. ACI: Design and Control of Concrete Mixtures, 1968.
10. ASTM: Annual Book of American Standard of Testing of Materials, 1990.
11. NAAMAN, A. E. :Ferrocement Prefabricated Housing: The Next Generation, Journal of Ferrocement, 1992.
12. DESAYI, P. : Lightweight Ferrocement Wall Elements, Journal of Ferrocement, 1977.
13. Applications of Ferrocement in Low-Cost Housing in Mexico by José Castro.
14. El Ferrocemento y sus Posibles Aplicaciones en México, José Castro Orvañanos y Carlos Javier Mendoza.
15. El Ferrocemento, Material del Futuro Inmediato: Alfonso Olvera López.
16. Symposium del Ferrocemento, Procedimientos de Construcción, La Habana Cuba, 1991.

17. VU DINH TUYEN: Prestretched Ferrocement and Their Main Elements, Journal of Ferrocement, 1992.
18. S. F. AHMED: Use of Ferrocement Panels in Large Span Roofing System, Journal of Ferrocement, 1992.
19. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**ANEXOS**

**Tablas**

**Figuras**

**Basicos y matrices de precios unitarios empleados en la  
elaboración de presupuestos**

INSUMOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PILOTO

NO	DESCRIPCION	UNIDAD	C. UNITARIO
0001	M AGUA	M <sup>3</sup>	19.79 FB.01/93
0002	M ARENA	M <sup>3</sup>	45.33 FB.01/93
0003	M MASHIN TAPE	PIA	3.50 FB.01/93
0004	M FERRICION	KG	0.33 FB.01/93
0005	M RESINA	LT	6.52 FB.01/93
0006	M POLVO DE MARBOL	TON	177.27 FB.01/93
0007	M ARNEX 15X15X4	ML	2.98 FB.01/93
0008	M ARNEX 15X20X4	ML	3.14 FB.01/93
0009	M ESCALERILLA P/MURO E-12	ML	0.51 FB.01/93
0010	M MALLA 6x6 10/10	M <sup>2</sup>	2.29 FB.01/93
0011	M VARILLA 6-42 3/8"	TON	1,467.20 FB.01/93
0012	M ALAMBRE DEC CAL 13	KG	3.37 FB.01/93
0013	M POLIESTIRENO	M <sup>3</sup>	102.00 FB.01/93
0014	B BUNCOLOC. ACERO DEL #3	TON	2,439.14 FB.05/93 SYCA2 M
0017	M DISCO ABRASIVO 14"	PIA	35.00 FB.01/93
0018	M TELA DE GALLINERO 3/4" CAL. 22	M <sup>2</sup>	4.50 FB.01/93
0019	M CEMENTO BLANCO	TON	580.00 FB.01/93
0020	M CEMENTO GRIS ANAHUAC	TON	350.00 FB.01/93
0021	M YESO	TON	245.00 FB.01/93
0022	M PINTURA VINILIX 700	LT	13.70 FB.01/93
0023	F HERRAMIENTA	CP	
0024	M ACIDO MURIATICO	LT	2.65 FB.01/93
0025	M GRAVILLA	M <sup>3</sup>	37.14 FB.01/93
0026	M GRAVA DE 3/4"	M <sup>3</sup>	43.33 FB.01/93
0027	M ASFALTO OXIDADO	KG	1.00 FB.01/93
0028	M DIESEL	LT	0.80 FB.01/93
0029	B MORTERO CALHIDRA-CEN. ECO. Y M.	M <sup>3</sup>	345.26 FB.05/93 CAMO4 M
0030	B COLOCACION DE TIROL PLANCHADO	M <sup>2</sup>	15.75 FB.05/93 TIROL M
0031	B MORTERO DE YESO Y AGUA.	M <sup>3</sup>	222.75 FB.05/93 CAMO2 M
0032	B COLOCACION DE YESO.	M <sup>2</sup>	21.78 FB.05/93 YESO1 M
0033	M ISOL. TECHO N 4	PIA	16.10 FB.01/93
0034	M EMALSTIX 19 LT	PIA	41.50 FB.01/93
0035	M SIYATEL ROLLO 1.10x1.00 ML	PIA	102.50 FB.01/93
0036	M ARENA FINA	M <sup>3</sup>	43.33 FB.01/93
0037	M PETROLEO DIAFANO	LT	0.80 FB.01/93
0038	M CALHIDRA	KG	0.25 FB.01/93
0039	M CALHIDRA	TON	250.00 FB.01/93
0040	M LAMINA DE PVC	M <sup>2</sup>	49.20 FB.01/93
0041	M VARILLA 6-42 1/2"	TON	1,463.38 FB.01/93
0042	M RECOR C/R (ESM. ALKIDALICO)	LT	15.80 FB.01/93
0043	M HILO PLASTICO	ML	0.05 FB.01/93
0044	M CURAFEST ROJO	LT	2.69 FB.01/93
0045	M TABIQUE HUECO VERT. 12X12X24	MIL	1,340.00 FB.01/93
0046	M CINBRA IMP. 1.22X2.44 M 16 MM	M <sup>2</sup>	33.60 FB.01/93
0047	M POLIN DE 3 1/2X3 1/2	PT	2.00 FB.01/93
0048	M SARROTE 1 1/2"x4"x8"	PT	2.50 FB.01/93
0049	M DUELA 3/4"x4"x8"	PT	3.00 FB.01/93
0050	M CHAPLAN DE 3/4"x7"	ML	1.50 FB.01/93
0051	M CLAVO DE 2", 2 1/2", 3"	KG	2.28 FB.01/93
0052	P CASO	JOR	36.52 FB.01/93
0053	P FEDN	JOR	24.45 FB.01/93
0054	P OFICIAL ALBANIL	JOR	34.40 FB.01/93
0055	P OFICIAL CARPINTERO OBRA NEG.	JOR	32.00 FB.01/93
0056	P AYUDANTE GENERAL	JOR	26.68 FB.01/93

## INSUMOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PILOTO

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	C. UNITARIO
0057	P OFICIAL PERRERO	JOR	22.13 FB.01/93
0058	P OPERADOR RODILLO VIBRATORIO	JOR	10.27 FB.01/93
0059	P OFICIAL IMPERMEABILIZADOR	JOR	24.40 FB.01/93
0060	P OPER BOMBA ESTAC. P/CONCRETO	JOR	11.86 FB.01/93
0061	P OPER DE MISFADOR D/CHICOTE	JOR	27.10 FB.01/93
0062	P OPER REVOLV. DE CONCRETO	JOR	29.45 FB.01/93
0063	P OPERADOR DE APISONADORA	JOR	30.27 FB.01/93
0064	E MALACATE DE 3.0 TON	HR	10.60 FB.01/93
0065	M FLUIDIFICANTE P CONCRETO	M3	20.00 FB.01/93
0066	E COMPACTADOR TIPO P/VIBRATORIA	HR	11.50 FB.01/93
0067	E CORTADORA P/CONCRETO	HR	21.84 FB.01/93
0068	P OPERADOR DE CORTADORA	JOR	27.10 FB.01/93
0069	P OFICIAL YESERO	JOR	31.81 FB.01/93
0070	P OFICIAL PINTOR	JOR	32.80 FB.01/93
0071	B CIMBRA Y DESCIMBRA EN LOSAS	M2	34.60 FB.05/93 CELC1 M
0072	B CIMBRA P/PANEL ACABADO APARENTE.	PIA	35.41 FB.05/93 CIMF1 M
0073	B VACIADO DE CONCRETO EN CAD/CERR.	M3	430.67 FB.05/93 VACD3 M
0074	B MORTERO DE CEMENTO BLANCO Y AGUA	M3	106.70 FB.05/93 CANOS M
0075	E RENTA TRANSITO 1-1	DIA	18.50 FB.01/93
0076	E RENTA NIVEL FIJO	DIA	17.50 FB.01/93
0077	P TOPOGRAFO	JOR	36.52 FB.01/93
0078	P BRECHERO Y ESTAJERO	JOR	24.45 FB.01/93
0079	P CADENEROS Y ESTADALEROS	JOR	29.45 FB.01/93
0080	B CUADRILLA GENERAL 1	JOR	58.20 EN.01/93 MOC61 P
0081	B CUADRILLA GENERAL 2	JOR	125.00 FB.01/93 MOC62 P
0082	B CUADRILLA GENERAL 3	JOR	126.92 FB.01/93 MOC63 P
0083	B CUADRILLA GENERAL 4	JOR	124.66 FB.01/93 MOC64 P
0084	B CUADRILLA GENERAL 5	JOR	129.46 FB.01/93 MOC65 P
0085	B CUADRILLA GENERAL 6	JOR	239.74 FB.01/93 MOC66 P
0086	B CUADRILLA DE EQUIPO 1.	JOR	51.50 FB.01/93 MOC61 P
0087	B CUADRILLA DE EQUIPO 2.	JOR	66.20 FB.01/93 MOC62 P
0088	B CUADRILLA DE EQUIPO 3.	JOR	67.84 FB.01/93 MOC63 P
0089	B CUADRILLA DE EQUIPO 4.	JOR	114.86 FB.01/93 MOC64 P
0090	E MESA VIBRATORIA	HR	7.50 FB.01/93
0091	B CIM/DESC EN CADENAS AC/APARENTE.	M2	34.98 FB.05/93 CIMC1 M
0092	B CIMBRA EN CADENA DE CIMENTACION.	M2	22.55 FB.01/93 CIMC2 M
0093	M TABLON DE 1 1/2"x12"x18'	PT	3.40 FB.01/93
0094	M ACEITE BRIO VERDE	LT	6.00 FB.01/93
0095	M GASOLINA BLANCA	LT	3.00 FB.01/93
0096	M GASOLINA NOVA	LT	1.13 FB.01/93
0097	E REVOLVEDORA 1 SACO	HR	9.40 FB.01/93
0098	E VIBRADOR DE CHICOTE	HR	5.63 FB.01/93
0099	E VIBROCOMPACTADOR LISO VAP-70P	HR	32.52 FB.01/93
0100	M LLANTAS	JOD	550.00 FB.01/93
0101	B CUADRILLA GENERAL 7	JOR	173.90 FB.01/93 MOC67 P
0102	B REVOLVEDORA 1 SACO TIPO TRONPO.	HR	23.17 FB.05/93 EQP01 E
0103	B VIBRADOR DE CHICOTE 4 HP	HR	16.65 FB.05/93 EQP02 E
0104	B COMPACTADOR TIPO PLACA VIB.	HR	17.83 FB.05/93 EQP03 E
0105	E CONCRETO F'c=100.	M3	186.84 FB.05/93 CONUX M
0106	B CUADRILLA GENERAL 8	JOR	124.28 FB.05/93 MOC68 P
0107	P OPERADOR DE MALACATE	JOR	29.01 FB.01/93
0108	B CONCRETO F'c= 200.	M3	232.54 FB.05/93 CONO4 M
0109	B MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	M3	207.80 FB.05/93 CANO1 M
0110	B TABLERO P/TECHUMBRE AC/APARENTE.	PIA	284.99 FB.05/93 TFC-1 M
0111	B ANIDAMIO PARA MURO.	M2	2.06 FB.05/93 CANW1 M

11.05/93

Hoja: 002

## INSUMOS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PILOTO

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	C. UNITARIO
0112	B LECHADA DE CEMENTO GRIS.	M3	498.04 FB.05/93 CALE1 M
0113	B BLM/COL DE ARMEZ 15X20X4	ML	5.98 FB.05/93 SYCA3 M
0114	B CINCERA P/TABLERO SUP/GRABADA.	PZA	13.66 FB.05/93 CIMP2 M
0115	B TABLERO P/TECHUMBRE GRABADA.	PZA	293.22 FB.05/93 TFC-2 M
0116	B CUADRILLA DE EQUIPO 5	JOR	65.32 FB.01/93 MOCE5 P
0117	B VACIADO DE CONCRETO EN LOSAS.	M3	399.14 FB.05/93 VAC04 M
0118	B MORTERO CEN/ARENA C/ADITIVO.	M3	229.58 FB.05/93 CAM03 M
0119	B PALACATE DE 2.0 TON DE CAPACIDAD HR		22.31 FB.01/93 EQP04 E
0120	B CONST. TABLERO PARA MURO.	PZA	254.87 FB.01/93 TFC-3 M
0121	M SIKA ROJO 19 LT	PZA	165.96 FB.01/93
0122	B VACIADO DE CONCRETO EN ZAPATAS.	M3	399.13 FB.05/93 VAC01 M
0123	B VACIADO DE CONCRETO EN CADERNAS.	M3	425.23 FB.05/93 VAC02 M

## VIVIENDAS Y OCUPANTES POR VIVIENDA EN LA REPUBLICA MEXICANA

TIPO Y CLASE DE VIVIENDA PARTICULAR	VIVIENDAS(1)	OCUPANTES	PROMEDIO DE OCUPANTES
TOTAL(1)	16,197.80	81,249.65	5.0
VIVIENDA PARTICULAR	16,183.31	80,889.98	5.0
-CASA SOLA	13,524.32	69,868.09	5.2
DEPTO. EN EDIFICIO			
-VECINDAD O AZOTEA	2,239.93	9,199.30	4.1
-VIVIENDA MOVIL	9.05	38.41	4.2
-REFUGIO	11.74	47.13	4.0
-NO ESPECIFICADO	398.27	1,737.05	4.4
VIVIENDA COLECTIVA	14.50	359.67	24.8

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990  
EL PROMEDIO DE OCUPANTES POR VIVIENDA EN 1970 FUE DE 5.8

(1) SE EXPRESAN EN MILES

TABLA 1

## DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA VIVIENDA PARTICULAR POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN NUMERO DE CUARTOS

ENTIDAD	VIVIENDAS PARTICULARES(1)	1 CUARTO	2 CUARTOS	3 O MAS CUARTOS	NO ESPE- CIFICADO
REPUBLICA MEXICANA	16,035.23	10.50	23.50	65.50	0.5
AGUASCALIENTES	129.85	4.80	14.10	80.90	0.2
BAJA CALIFORNIA	362.73	8.50	16.60	74.20	0.5
BAJA CALIFORNIA S	67.30	9.10	19.20	71.30	0.4
CAMPECHE	107.89	19.20	32.10	47.70	1.0
COAHUILA	404.69	6.40	17.30	76.10	0.2
COLIMA	88.63	11.30	27.90	60.50	0.2
CHIAPAS	594.03	19.40	38.60	40.60	1.3
CHIHUAHUA	529.80	9.80	17.90	72.10	0.3
DISTRITO FEDERAL	1,789.17	6.50	16.50	76.70	0.4
DURANGO	262.16	5.40	17.80	76.50	0.2
GUANAHUATO	687.14	6.80	22.10	70.60	0.5
GUERRERO	501.73	22.40	37.90	38.30	1.4
HIDALGO	362.93	11.40	28.10	60.10	0.4
JALISCO	1,029.17	3.80	16.40	79.40	0.3
EDO. DE MEXICO	1,876.55	8.50	21.80	69.40	0.4
MICHOACAN	663.50	8.10	26.10	65.20	0.6

XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1) SE EXPRESAN EN MILES

### TABLA 2



**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN NUMERO DE CUARTOS**

ENTIDAD	VIVIENDAS PARTICULARES(1)	1 CUARTO	2 CUARTOS	3 O MAS CUARTOS	NO ESPECIFICADO
MORELOS	214.96	11.96	25.0	62.9	0.2
NAYARIT	168.45	8.8	28.0	63.9	0.2
NUEVO LEON	612.30	6.3	15.4	78.1	0.2
OAXACA	587.13	17.8	40.0	41.5	0.6
PUEBLA	772.46	12.3	29.5	57.8	0.4
QUERETARO	193.43	7.7	22.3	69.5	0.5
QUINTANA ROO	102.86	26.5	29.1	43.6	0.8
SAN LUIS POTOSI	379.34	8.9	22.9	67.8	0.4
SINALOA	422.24	8.8	21.5	69.2	0.5
SONORA	378.58	7.5	18.5	73.7	0.3
TABASCO	285.32	14.0	24.2	60.3	1.6
TAMAULIPAS	488.51	13.0	23.3	63.4	0.3
TLAXCALA	137.14	8.8	26.6	64.3	0.2
VERACRUZ	1,262.51	19.3	27.6	52.5	0.6
YUCATAN	273.96	12.8	31.2	55.6	0.3
ZACATECAS	238.78	5.1	19.3	75.3	0.2

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1) SE EXPRESAN EN MILES

**TABLA 2 (CONTINUACION)**

**DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES DE LA  
REPUBLICA MEXICANA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN TECHOS**

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	VIVIENDAS(1)	%
TOTAL(1)	16,035.23	100.00
LAMINA DE CARTON	199.79	1.2
CARIZO, MAMBU O PALMA	320.16	2.0
EMBARRO O BAJAREQUE	376.84	2.4
MADERA	1,303.48	8.1
LAMINA DE ASBESTO O METALICA	119.54	0.8
ADOBE	2,342.99	14.6
TABIQUE, LADRILLO, BLOCK, PIEDRA O CEMENTO	11,148.98	69.5
OTROS MATERIALES	139.59	0.9
NO ESPECIFICADO	83.86	0.5

FUENTE: INEGI XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990  
(1)SE EXPRESAN EN MILES

**TABLA 3**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN PAREDES (LOS TOTALES SE EXPRESAN EN MILES)**

ENTIDAD	TOTAL	MATERIALES SOLIDOS(1)	ADOBE	MADERA	MATERIALES LIGEROS(2)	OTROS MA- TERIALES	NO ESPE- CIFICADO
REPUBLICA MEXICANA	16 035.23	69.5	14.6	8.1	6.4	0.9	0.5
AGUASCALIENTES	129.85	78.4	20.0	0.2	0.7	0.4	0.3
BAJA CALIFORNIA	362.73	60.5	7.6	27.0	2.7	1.4	0.7
BAJA CALIFORNIA S	67.30	73.7	1.8	14.5	8.1	1.5	0.5
CAMPECHE	107.89	58.7	0.3	23.8	15.7	0.9	0.6
COAHUILA	404.69	68.0	28.3	1.1	1.3	0.9	0.3
COLIMAS	88.63	80.8	5.8	2.6	9.3	1.0	0.4
CHIAPAS	594.03	37.1	17.1	25.3	19.0	1.0	0.5
CHIHUAHUA	529.80	51.2	42.3	4.3	1.1	0.8	0.4
DISTRITO FEDERAL	1,789.17	96.2	1.1	0.5	1.2	0.4	0.7
DURANGO	262.16	42.1	49.3	6.2	1.3	0.8	0.3
GUANAJUATO	687.14	79.8	17.1	0.3	1.5	0.7	0.6
GUERRERO	501.73	38.0	34.8	7.1	18.0	1.4	0.7
HIDALGO	362.93	70.4	8.8	10.2	9.1	1.2	0.4
JALISCO	1,029.18	79.2	18.1	0.7	0.9	0.6	0.5
MEXICO	1,876.54	84.2	12.0	1.5	1.3	0.5	0.6
MICHOACAN	663.50	55.6	26.6	12.1	4.2	0.7	0.7

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1) INCLUYE TABIQUE, LADRILLO, BLOCK, PIEDRA O CEMENTO

(2) INCLUYE LAMINA DE CARTON, METALICA Y ASBESTO, CARRIZO, PALMA

**TABLA 4**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN PAREDES (LOS TOTALES SE EXPRESAN EN MILES)**

ENTIDAD	TOTAL	MATERIALES SOLIDOS(1)	ADOBE	MADERA	MATERIALES LIGEROS(2)	OTROS MA- TERIALES	NO ESPE- CIFICADO
MORELOS	244.96	72.8	16.1	2.6	7.4	0.8	0.3
NAYARIT	168.45	75.4	16.3	2.7	4.1	1.3	0.3
NUEVO LEON	642.30	89.0	4.1	4.1	1.6	0.8	0.4
OAXACA	587.13	37.5	29.7	15.1	16.1	1.2	0.4
PUEBLA	772.46	66.0	15.4	12.5	4.6	1.0	0.5
QUERETARO	193.43	84.3	7.2	2.8	2.9	2.0	0.7
QUINTANA ROO	102.86	56.6	0.2	27.0	14.6	0.6	1.0
SAN LUIS POTOSI	379.33	57.0	20.6	9.5	10.8	1.5	0.5
SINALOA	422.24	80.6	6.6	2.9	8.4	0.8	0.7
SONORA	378.58	71.8	15.5	3.4	7.3	1.5	0.4
TABASCO	285.32	64.5	0.3	11.2	21.2	2.1	0.8
TAMAULIPAS	488.51	64.8	3.4	23.9	6.2	1.3	0.4
TLAXCALA	137.16	66.6	29.8	0.4	1.6	1.2	0.3
VERACRUZ	1,262.51	58.5	0.8	23.2	16.2	0.9	0.4
YUCATAN	273.96	77.6	0.3	4.9	15.9	0.8	0.4
ZACATECAS	238.78	36.3	61.8	0.4	0.6	0.6	0.3

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1)INCLUYE TABIQUE, LADRILLO, BLOCK, PIEDRA O CEMENTO

(2)INCLUYE LAMINA DE CARTON, ASBESTO Y METALICA, CARRIZO, PALMA

**TABLA 4 (CONTINUACION)**

**DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN MATERIAL  
EN TECHOS**

MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHOS	VIVIENDAS(1)	%
TOTAL	16,035.23	100.00
LAMINA DE CARTON	1,550.83	9.7
PALMA, TEJAMANIL O MADERA	1,366.80	8.5
LAMINA DE ASBESTO O METALICA	2,871.59	17.9
TEJA	1,532.71	9.6
LOSA DE CONCRETO, TABIQUE O LADRILLO	8,244.84	51.4
OTROS MATERIALES	375.48	2.3
NO ESPECIFICADO	93.00	0.6

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990  
(1) SE EXPRESAN EN MILES

**TABLA 5**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN TECHOS**

ENTIDAD	TOTAL(1)	MATERIALES SOLIDOS(2)	LAMINA DE AS- BESTO O METAL	LAMINA DE CARTON	TEJA	PALMA TEJAMA- NIL O MADERA	OTROS MA- TERIALES	NO DEFI- NIDO
REPUBLICA MEXICANA	16,205.23	21.4	17.9	9.7	9.6	8.1	2.3	0.6
AGUASCALIENTES	129.85	87.0	4.8	2.2	1.0	1.8	2.9	0.3
BAJA CALIFORNIA	362.73	33.3	1.7	2.5	0.2	48.4	2.1	0.9
BAJA CALIFORNIA S	47.30	43.1	37.4	12.1	0.9	12.3	1.4	0.3
CAMPECHE	107.89	22.0	23.7	24.9	1.3	15.2	2.2	0.6
COAHUILA	604.69	34.5	9.9	4.8	3.1	18.4	10.6	0.4
COLIMA	89.82	44.0	22.6	8.7	19.8	2.9	0.9	0.3
CHIAPAAS	594.02	14.1	26.2	9.6	26.9	11.3	1.3	0.3
CHIHUAHUA	539.88	30.7	20.7	5.2	0.6	24.0	8.0	0.3
DISTRITO FEDERAL	1,389.17	90.6	11.2	6.2	0.2	0.4	0.7	0.8
DURANGO	262.16	41.7	10.0	4.4	6.5	23.8	12.1	0.4
GUANAJUATO	497.14	52.8	17.7	2.8	21.8	1.3	1.9	0.7
GUERRERO	501.73	24.3	11.8	19.6	24.2	7.6	1.4	0.7
HIDALGO	362.93	45.3	20.9	8.9	5.7	5.2	2.5	0.3
JALISCO	1,028.18	22.8	7.8	2.1	12.8	1.4	2.2	0.5
MEXICO	1,976.5	44.2	14.7	10.4	8.4	6.1	0.6	0.6
MICHOACAN	663.49	28.3	12.5	16.5	28.0	2.9	1.1	0.8

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1) SE EXPRESA EN MILES

(2) INCLUYE LOSA DE CONCRETO, TABIQUE O LADRILLO

**TABLA 6**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN TECHOS**

ENTIDAD	TOTAL(1)	MATERIALES SOLIDOS(2)	LAMINA DE AS- BESTO O METAL	LAMINA DE CARTON	TEJA	PALMA TESIA MA- HIL O MADERA	OTROS MA- TERIALES	NO ESPE- CIFICADO
MORELOS	244 96	34.3	24.7	17.9	5.7	1.2	9.8	0.4
NAYARIT	168 45	49.3	39.3	6.9	13.1	6.3	3.9	0.3
NUevo LEON	842 20	72.9	37.9	4.25	0.3	3.4	2.0	0.5
OAXACA	187.13	10.4	26.8	9.89	26.5	13.7	2.3	0.5
PUEBLA	172 46	48.4	15.9	13.7	15.8	3.9	1.4	0.5
QUINTANA ROO	193 43	16.9	27.8	4.4	6.1	2.4	1.1	0.7
QUINTANA ROO	162 96	45.3	6.9	29.3	0.3	17.0	1.1	1.0
SAN LUIS POTOSI	379 24	33.9	23.0	4.8	1.4	14.4	3.7	0.6
SINALOA	123 24	70.3	6.9	13.3	4.2	3.3	1.5	0.8
SONORA	278 59	46.8	23.4	15.9	0.3	9.2	2.9	0.4
TABASCO	285 32	23.0	43.7	6.5	16.0	6.7	2.2	0.9
TAMAULIPAS	488 51	10.1	28.0	10.7	0.6	10.5	1.7	0.4
TLAXCALA	177.15	64.9	17.3	7.5	6.3	1.8	1.9	0.4
VERACRUZ	1,243 51	30.2	33.0	19.9	6.3	11.2	0.9	0.5
YUCATAN	237 96	33.3	11.1	11.0	0.8	14.2	2.3	0.5
ZACATECAS	236 78	49.9	11.9	2.3	1.6	19.2	10.9	0.4

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990

(1) SE EXPRESA EN MILES

(2) INCLUYE LOSA DE CONCRETO, TABIQUE O LADRILLO

**TABLA 6 (CONTINUACION)**

**DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES DE LA  
REPUBLICA MEXICANA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN PISOS, 1970 Y 1990**

MATERIAL PREDOMINANTE EN PISOS	1,970		1,990	
	VIVIENDAS	%	VIVIENDAS	%
TOTAL(1)	8,286.37	100.00	16,035.23	100.00
TIERRA	3,403.07	41.1	3,119.92	19.5
CEMENTO O FIRME(2)	4,883.30	58.9	8,542.19	53.2
MADERA, MOSAICO U OTROS			4,282.48	26.7
NO ESPECIFICADO			90.64	0.6

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1970 Y 1990

(1) SE EXPRESA EN MILES

(2) INCLUYE PISOS DIFERENTES DE TIERRA

**TABLA 7**



**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN PISOS**

ENTIDAD	TOTAL(1)	TIERRA	CEMENTO O FIRME	MADERA, MOSAI- CO U OTROS	NO ESPE- CIFICADO
REPUBLICA MEXICANA	16,035.23	19.5	53.2	26.7	0.6
AGUASCALIENTES	129.85	6.6	55.8	37.3	0.3
BAJA CALIFORNIA	362.73	7.8	72.0	19.5	0.7
BAJA CALIFORNIA S	67.30	13.5	64.1	21.9	0.5
CAMPECHE	107.89	22.8	42.0	34.7	0.6
COAHUILA	404.69	8.1	58.7	32.9	0.3
COLIMA	88.63	19.6	51.3	28.7	0.5
CHIAPAS	594.02	48.7	44.6	6.2	0.5
CHIHUAHUA	529.80	9.0	68.1	22.4	0.4
DISTRITO FEDERAL	1,789.17	2.1	56.7	40.4	0.8
DURANGO	262.16	16.9	58.1	22.7	0.3
GUANAJUATO	687.14	15.8	54.9	28.6	0.7
GUERRERO	501.72	46.9	45.9	6.5	0.8
HIDALGO	362.93	29.3	55.2	15.1	0.5
JALISCO	1,029.18	12.1	25.0	62.4	0.5
MEXICO	1,876.54	11.9	68.3	19.2	0.6
MICHOACAN	663.50	27.3	46.1	25.9	0.8

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990  
(1) SE EXPRESAN EN MILES

**TABLA 8**

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS PARTICULARES  
POR ENTIDAD FEDERATIVA SEGUN MATERIAL PREDOMINANTE  
EN PISOS**

ENTIDAD	TOTAL(1)	TIERRA	CEMENTO O FIRME	MADERA, MOSAI- CO U OTROS	NO ESPE- CIFICADO
MORELOS	244.95	20.1	62.3	17.1	0.4
NAYARIT	168.45	20.8	53.5	25.4	0.3
NUEVO LEON	642.30	6.0	51.5	41.9	0.4
OAXACA	587.13	51.4	43.3	4.8	0.5
PUEBLA	772.26	28.8	44.7	26.0	0.5
QUERETARO	193.43	15.6	57.2	26.5	0.7
QUINTANA ROO	102.86	21.2	52.8	24.9	1.1
SAN LUIS POTOSI	379.34	28.5	45.3	25.6	0.5
SINALOA	422.24	22.8	53.7	22.8	0.7
SONORA TABASCO	378.59	17.5	53.9	28.2	0.4
TAMAULIPAS	285.32	13.5	71.0	14.7	0.8
TLAXCALA	488.51	12.9	61.6	25.0	0.4
VERACRUZ	137.13	14.2	69.2	16.3	0.4
YUCATAN	1,262.51	33.2	47.0	19.3	0.4
ZACATECAS	273.96	17.4	38.4	43.7	0.4
	238.78	16.1	64.4	19.2	0.3

FUENTE: INEGI, XI CENSO GENERAL DE POBLACION Y VIVIENDA, 1990  
(1) SE EXPRESA EN MILES

**TABLA 8 (CONTINUACION)**

**PROYECCION DE DEMANDA DE MATERIALES  
PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**  
LAS CANTIDADES SE EXPRESAN EN MILES

MATERIALES	UNIDADES(1)	1,993	1,994	1,995	1,996
<b>BASICOS</b>					
CEMENTO	TON	470.18	484.85	502.62	519.76
ACERO	TON	79.39	81.63	84.47	87.21
TABIQUE	MILLAR	555.33	572.82	595.06	616.47
ARENA	M3	409.76	418.55	429.50	440.13
GRAVA	M3	431.27	443.19	458.13	472.59
PIEDRA	M3	1,457.15	1,497.48	1,548.45	1,597.64
MADERA	M3	533.99	552.48	576.10	598.81
<b>COMPLEMENTARIOS</b>					
ACERO SECUNDARIO	TON	30.19	30.72	31.34	31.99
CALHIDRA	TON	100.68	102.44	104.59	106.69
YESO	TON	413.43	420.64	429.48	438.11
CELOSIA	M2	1,227.73	1,249.14	1,275.40	1,306.03
TUBO DE DRENAJE	M	3,147.65	3,202.54	3,269.88	3,335.56
TUBO DE AGUA	M	8,394.35	8,540.73	8,720.32	8,895.51
TUBERIA ELECTRICA	M	20,986.55	21,352.21	21,801.20	22,239.18
RECUBRIMIENTO FISO	M2	16,368.84	16,654.28	17,004.48	17,846.09
AZULEJO	M2	196.14	199.56	203.75	207.85

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES, BANAMEX  
(1) UNIDADES: L=LITRO; M=METRO; M2= METRO CUADRADO  
M3= METRO CUBICO; TON= TONELADA

TABLA 9

# PROYECCION DE DEMANDA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

LAS CANTIDADES SE EXPRESAN EN MILES

MATERIALES	UNIDAD(1)	1,993	1,994	1,995	1,996
PINTURA	L	8,937.39	9,093.24	9,284.45	9,470.97
IMPERMEABILIZANTE PARA TECHO	M2	16,368.84	16,654.28	17,004.48	17,346.09
VIDRIO	M2	2,360.91	2,402.08	2,452.59	2,501.86
ALAMBRE ELECTRICO	M	61,538.01	62,611.11	63,927.68	65,211.95
SALIDAS ELECTRICAS	PIEZA	3,934.93	4,003.54	4,087.73	4,169.85
COMPONENTES					
PUERTAS	PIEZA	852.68	867.55	885.79	903.59
VENTANAS	M2	2,360.91	2,402.08	2,452.59	2,501.86
CLOSETS	M	1,056.12	1,074.54	1,097.13	1,119.18
MUEBLES SANITARIOS	JUEGO	213.16	216.87	221.43	225.88

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES, BANAMEX  
(1) UNIDADES: L= LITRO; M= METRO; M2= METRO CUADRADO  
M3= METRO CUBICO; TON= TONELADA

TABLA 9 (CONTINUACION)

**PROYECCION DE DEMANDA DE MATERIALES  
PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**  
LAS CANTIDADES SE EXPRESAN EN MILES

MATERIALES	UNIDAD(1)	1,997	1,998	1,999	2,000
<b>BASICOS</b>					
CEMENTO	TON	536.69	553.95	571.13	587.87
ACERO	TON	89.92	92.68	95.42	98.10
TABIQUE	MILLAR	637.62	659.14	680.56	701.34
ARENA	M3	450.68	461.44	472.20	482.74
GRAVA	M3	486.93	501.55	516.13	530.40
PIEDRA	M3	1,646.29	1,695.85	1,745.23	1,793.34
MADERA	M3	621.21	643.99	666.65	688.65
<b>COMPLEMENTARIOS</b>					
ACERO SECUNDARIO	TON	37.63	33.27	33.91	34.54
CALIDADRA	TON	108.78	110.92	113.07	115.18
YESO	M2	446.71	455.49	464.30	472.97
CELOSIA	M	1,326.55	1,352.64	1,378.80	1,404.55
TUBO DE DRENAJE	M	3,401.02	3,467.91	3,534.96	3,600.99
TUBO DE AGUA	M	9,070.04	9,248.43	9,227.25	9,603.32
TUBERIA ELECTRICA	M2	22,675.51	23,121.49	23,568.55	24,008.74
RECUBRIMIENTO PISO	M2	17,686.42	18,034.28	18,382.98	18,726.32
AZULEJO	M2	211.92	216.09	224.38	224.38

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES, BANAMEX  
(1) UNIDADES: L= LITRO; M= METRO; M2= METRO CUADRADO  
M3= METRO CUBICO; TON= TONELADA

**TABLA 9 (CONTINUACION)**

# PROYECCION DE DEMANDA DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA

LAS CANTIDADES SE EXPRESAN EN MILES

MATERIALES	UNIDAD	1,997	1,998	1,999	2,000
PINTURA	L	9,656.79	9,846.72	10,037.11	10,224.57
IMPERMEABILIZACION PARA TECHO	M2	17,686.42	18,034.28	18,382.98	18,726.32
VIDRIO	M2	2,550.95	2,601.12	2,651.41	2,700.93
ALAMBRE ELECTRICO	M	66,491.40	67,799.16	69,110.07	70,400.85
SALIDAS ELECTRICAS	PIEZA	4,251.66	4,335.28	4,419.11	4,501.64
COMPONENTES					
PUERTAS	PIEZA	921.32	939.44	957.60	975.49
VENTANAS	M2	2,550.95	2,601.12	2,651.41	2,700.93
CLOSETS	M	1,141.13	1,163.57	1,186.08	1,208.23
MUEBLES SANITARIOS	JUEGO	230.31	234.84	239.38	243.86

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES, BANAMEX

(1) UNIDADES: L= LITRO; M= METRO; M2= METRO CUADRADO

M3= METRO CUBICO; TON= TONELADA

TABLA 9 (CONTINUACION)

## CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA EN PAISES SELECCIONADOS(1)

PAIS	TOTAL DE VIVIENDAS(2)	PERSONAS POR VIVIENDA	VIVIENDA PROPIA %	AGUA ENTUBADA	TUBERIA DE DRENAJE	ELECTRICIDAD
INDIA	125,078	6.1	83.0	9.8	4.6	16.4
NICARAGUA	670	4.9	68.0	45.0	40.0	53.0
COSTA RICA	500	5.2	50.0	88.0	60.0	73.0
COLOMBIA	5,898	4.9	63.0	54.0	54.0	60.0
PARAGUAY	755	5.0	81.0	24.0	80.0	44.0
BELICE	41	4.1	59.0	28.0		65.0
CHILE	2,556	4.7	58.0	70.0	50.0	88.0
ECUADOR	1,910	5.9	75.0	45.0	30.0	51.0
EL SALVADOR	1,100	5.1	57.0	35.0	28.0	39.0
HONDURAS	900	5.0	79.0	26.0	23.0	38.0
MEXICO	15,250	5.2	67.0	49.4	45.0	74.6
PANAMA	448	4.9	71.0	40.0	38.0	65.0
NIGERIA	1,400	4.6		17.0	13.0	86.0
VENEZUELA	3,710	4.9	70.0	38.0	39.0	89.0
GUATEMALA	1,720	4.7	62.0	30.0	18.0	40.0
ARGELIA	3,670	6.0	43.0	35.0	20.0	17.0

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES, BANAMEX

(1) ULTIMAS CIFRAS DISPONIBLES

(2) SE EXPRESAN EN MILES

TABLA 10

## CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA EN PAISES SELECCIONADOS(1)

PAIS	TOTAL DE VIVIENDAS(2)	PERSONAS POR VIVIENDA	VIVIENDA PROPIA %	AGUA ENTUBADA	TUBERIA DE DRENAJE	ELECTRICIDAD
PERU	4,906	4.6	58.0	48.9	43.0	48.0
CUBA	2,323	4.3	56.0	59.0	50.0	83.0
SINGAPUR	552	5.7	88.0	48.0	41.9	37.4
SUDAFRICA	8,100	4.0	44.0	90.0	35.0	90.0
BRASIL	31,056	3.8	64.0	54.9	76.1	68.3
BOLIVIA	1,620	4.0	71.0	35.0	25.0	44.0
U.R.S.S.	66,750	4.0		91.0	89.0	82.0
ARGENTINA	8,820	3.5	69.0	75.0	73.0	85.0
JAPON	40,125	3.0	60.0	95.0	48.0	99.0
URUGUAY	998	3.0	42.0	72.0	69.0	93.0
AUSTRALIA	5,690	2.8	68.0	53.5	76.0	94.9
ITALIA	17,891	3.0	56.0	92.0	96.0	
ESPAÑA	14,015	2.7	64.0	100.0	43.0	100.0
FRANCIA	20,413	2.7	51.0	100.0	82.0	100.0
REINO UNIDO	20,879	2.7		100.0	100.0	100.0
ESTADOS UNIDOS	88,073	2.7	59.0	99.0	99.0	99.0
CANADA	8,906	1.7	64.0	99.7	99.2	99.0

FUENTE: DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS SOCIALES

(1) ULTIMAS CIFRAS DISPONIBLES

(2) SE EXPRESAN EN MILES

TABLA 10 (CONTINUACION)



## NECESIDADES DE VIVIENDAS PARTICULARES PARA LA REPUBLICA MEXICANA

AÑO	POR INCREMENTO DE POBLACION
1991	281,945
1992	276,398
1993	272,939
1994	272,833
1995	274,954
1996	276,713
1997	278,372
1998	280,223
1999	282,041
2000	283,633
1991-2000	2,780,051

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE POLITICA Y COORDINACION DE PROGRAMAS DE VIVIENDA, SEDESOL

TABLA 11

## METAS POR SECTOR PARA LA REPUBLICA MEXICANA

AÑO	METAS TOTALES	SECTOR PUBLICO	%	SECTOR NO PUBLICO	%
1991	281,945	137,279	48.69	144,666	51.31
1992	276,398	137,038	49.58	139,360	50.42
1993	272,939	137,752	50.47	135,187	49.53
1994	272,833	140,127	51.36	132,706	48.64
1995	274,954	143,663	52.25	131,291	47.75
1996	276,713	147,045	53.14	129,668	46.86
1997	278,372	150,404	54.03	127,968	45.97
1998	280,223	153,898	54.92	126,325	45.08
1999	282,041	157,407	55.81	124,634	44.19
2000	283,633	160,819	56.70	122,814	43.30
1991-2000	2,780,051	1,465,432	52.71	1,314,619	47.29

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE POLITICA Y COORDINACION DE PROGRAMAS DE VIVIENDA, SEDESOL

**TABLA 12**

## ESPECIFICACION C33 DE LA A.S.T.M. PARA AGREGADO FINO

---

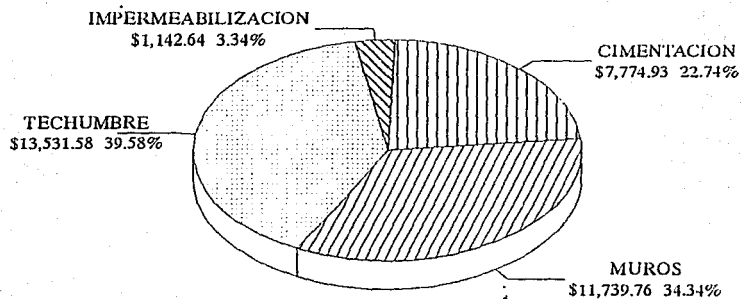
TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.50 MM)	100
NUM 4 (4.75 MM)	95-100
NUM 8 (2.36 MM)	80-100
NUM16 (1.18 MM)	50-85
NUM 30 (0.600 MM)	25-60
NUM 50 (0.300 MM)	10-30
NUM 100 (0.150 MM)	2-10

FUENTE: ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, 1990

**TABLA 13**

## CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---



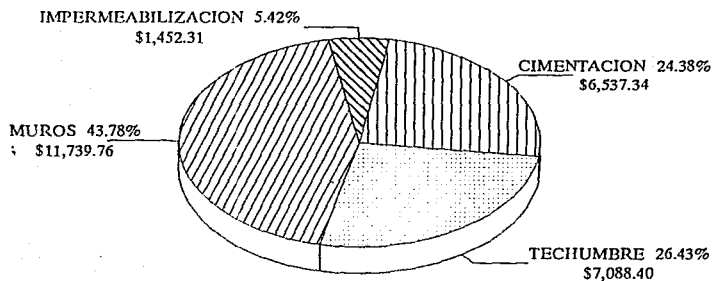
### PROPUESTA 1

LA TECHUMBRE INCLUYE YESO Y TIROL

TABLA 14

## CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---

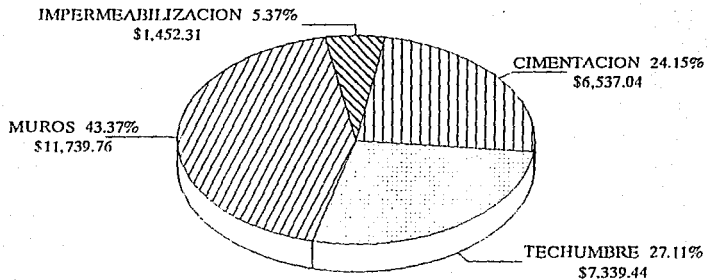


### PROPUESTA 2

LA TECHUMBRE CONSISTE DE TABLEROS CON ACABADO APARENTE  
TABLA15

## CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---



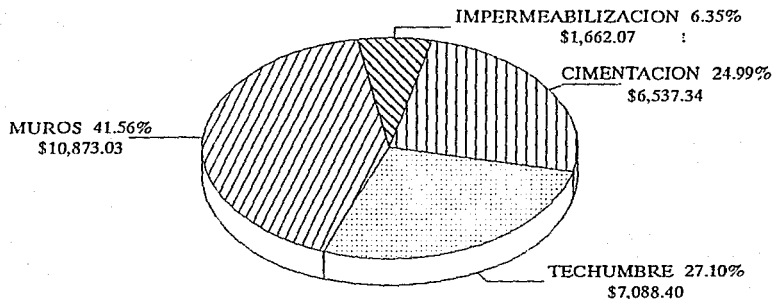
### PROPUESTA 2

LA TECHUMBRE CONSISTE DE TABLEROS CON SUPERFICIE GRABADA

TABLA 16

## CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---



### PROPUESTA 3

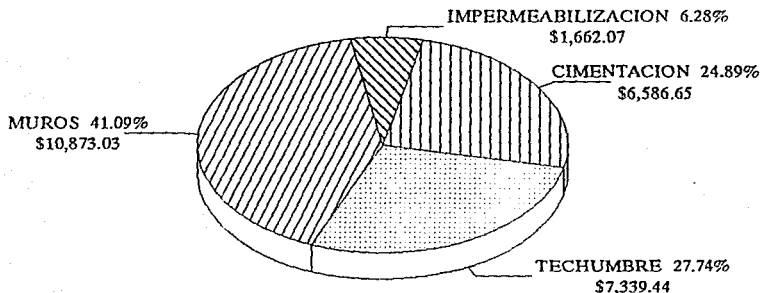
LOS MUROS CONSISTEN DE TABLEROS

LOS TABLEROS DE LA TECHUMBRE SON DE ACABADO APARENTE

TABLA 17

## CONCEPTOS QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---



### PROPUESTA 3

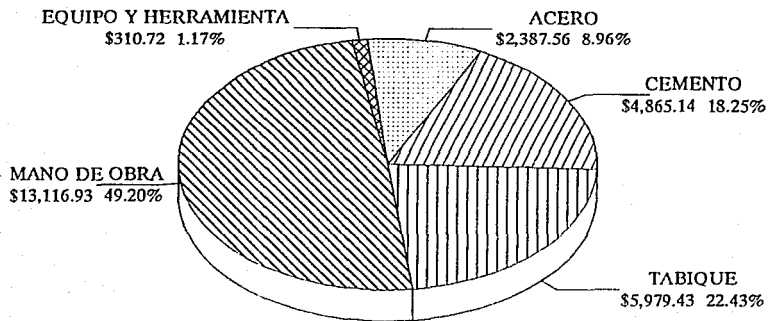
LOS MUROS CONSISTEN DE TABLEROS  
LOS TABLEROS DE LA TECHUMBRE SON CON ACABADO APARENTE

**TABLA 18**



PRINCIPALES MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA  
QUE INTERVINEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

---

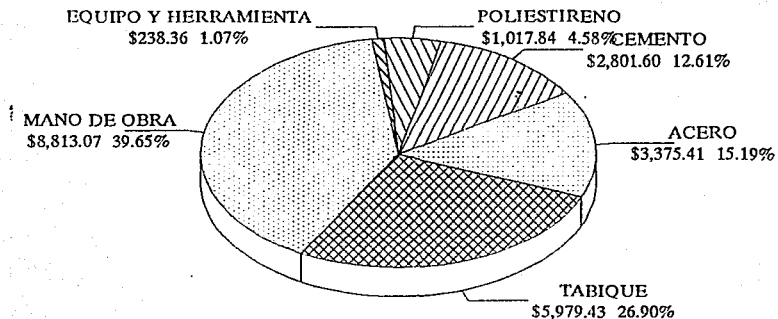


PROPUESTA 1

TABLA 19

**PRINCIPALES MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA  
QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO**

---

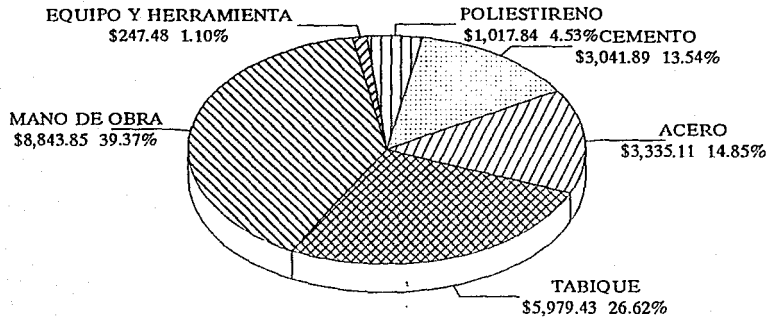


**PROPUESTA 2**

EN EL ACERO SE INCLUYE LA MALLA DE REFUERZO

**TABLA 20**

PRINCIPALES MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA  
QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO



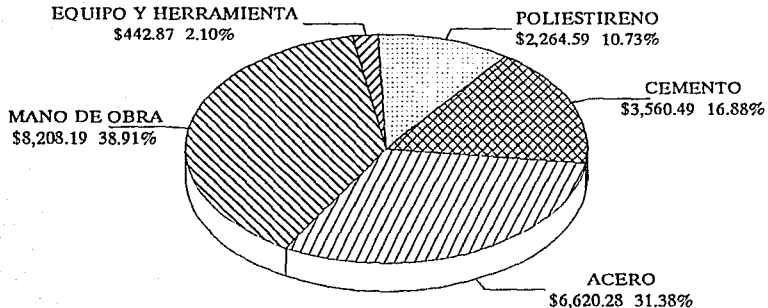
**PROPUESTA 2**

EN EL ACERO SE INCLUYE LA MALIA DE REFUERZO

**TABLA 21**

PRINCIPALES MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA  
QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA ECONOMICA

---

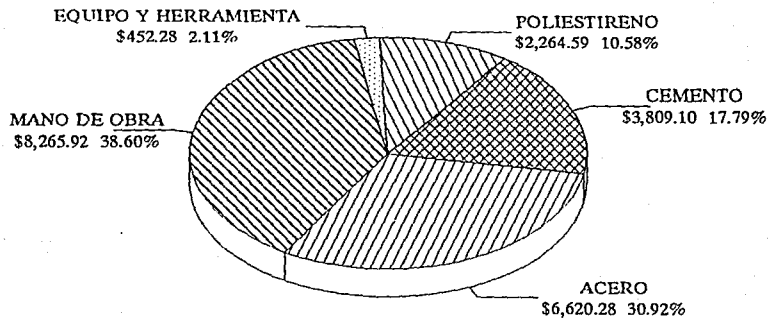


### PROPUESTA 3

EL ACERO INCLUYE LA MALLA DE REFUERZO

TABLA 22

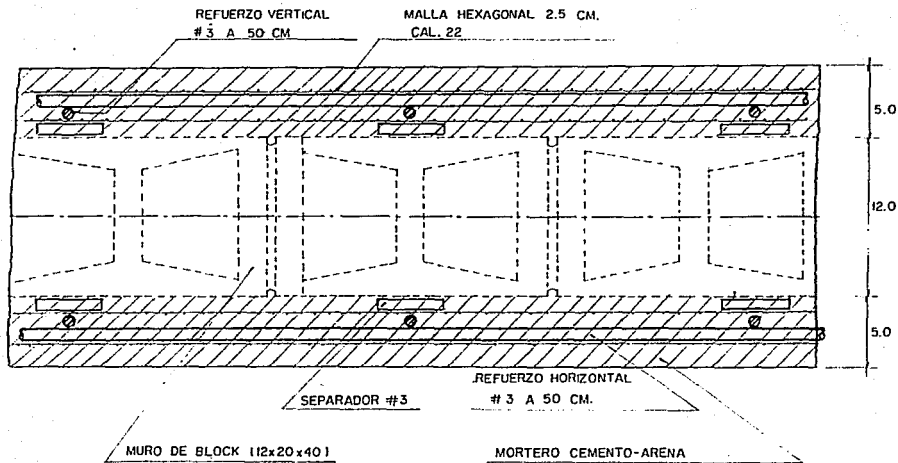
PRINCIPALES MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA  
QUE INTERVIENEN EN LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA PROTOTIPO



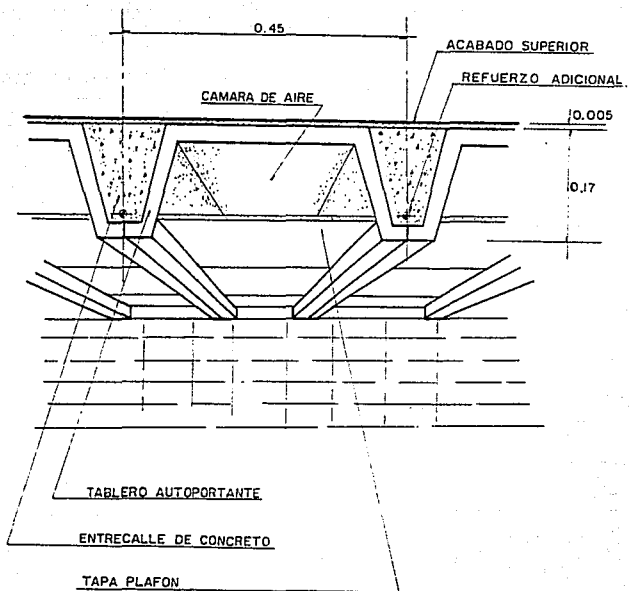
PROPUESTA 3

EN EL ACERO SE INCLUYE LA MALLA DE REFUERZO

TABLA 23



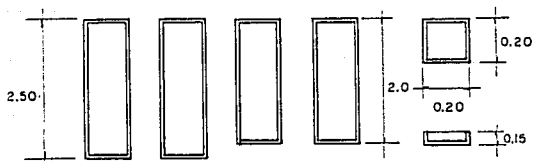
SECCION DE UN MURO REFORZADO CON  
FERROCEMENTO  
FIGURA 1



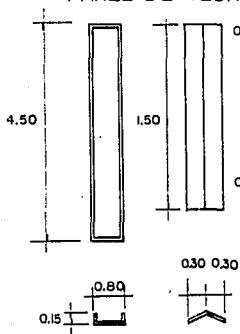
ACOT. EN M.

FIGURA 2

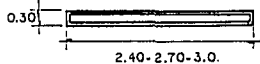
### PANELES



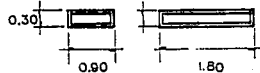
### PANEL DE TECHO



### CERRAMIENTO



### DINTELES



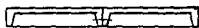
0.30 0.30

ACOT. EN M.

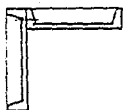
## SISTEMA FERROCEMEX

# FIGURA 3

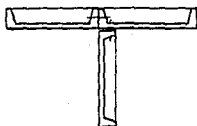




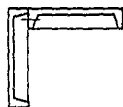
UNION SENCILLA



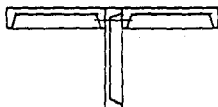
UNION SENCILLA ESQUINA



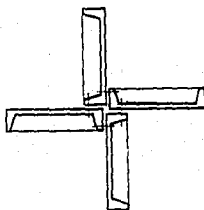
UNION T SENCILLA



UNION DOBLE ESQUINA

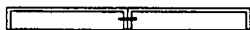


UNION T DOBLE

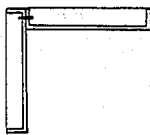
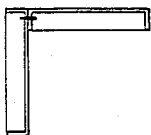


UNION EN CRUZ

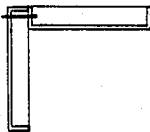
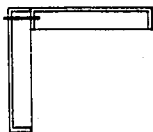
FIGURA 4



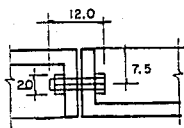
UNION DEL TIPO 1



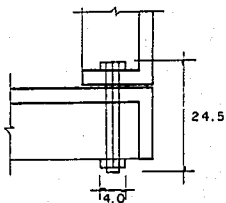
UNION DEL TIPO 1



UNION DEL TIPO 2

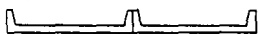


UNION TIPO 1

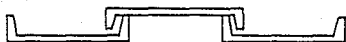


UNION TIPO 2

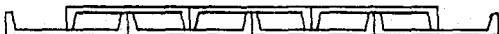
FIGURA 5



UNION SENCILLA



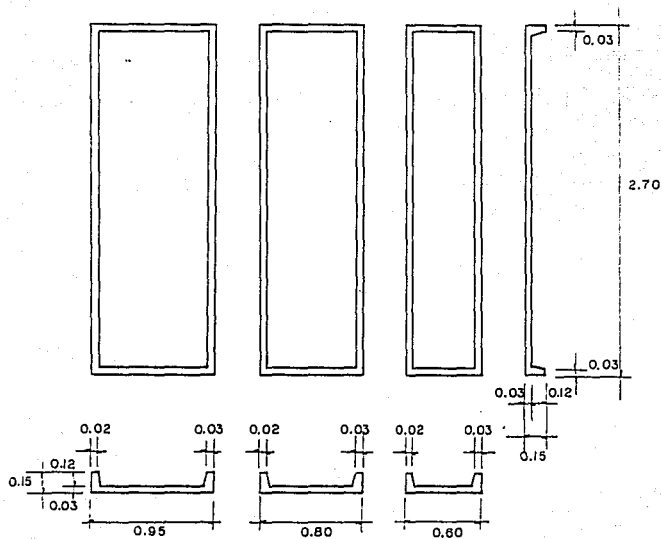
UNION TRASLAPADA



UNION DOBLE

PANELES DE TECHO

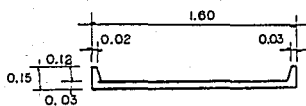
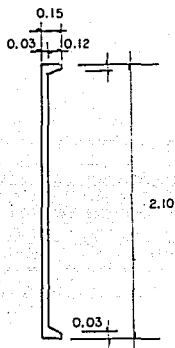
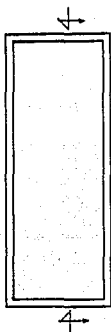
FIGURA 6



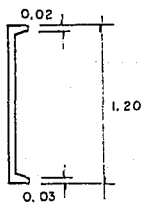
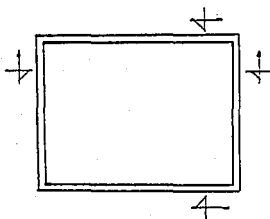
PANELES

FIGURA 7

PANEL DE ANTEPE-  
CHO VENTANA BAÑO



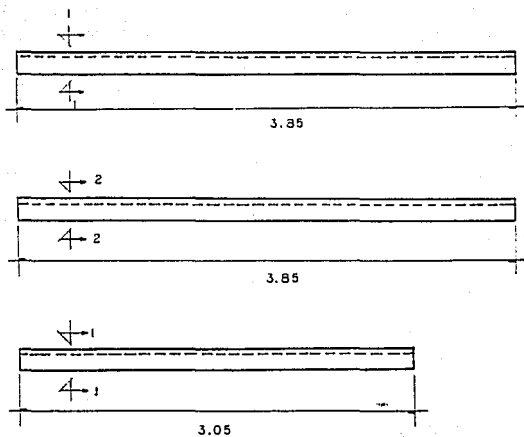
PANEL DE ANTEPECHO  
VENTANA



ACOT. EN M

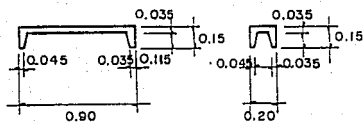
FIGURA 8

L O S A S



SECCION 1-1

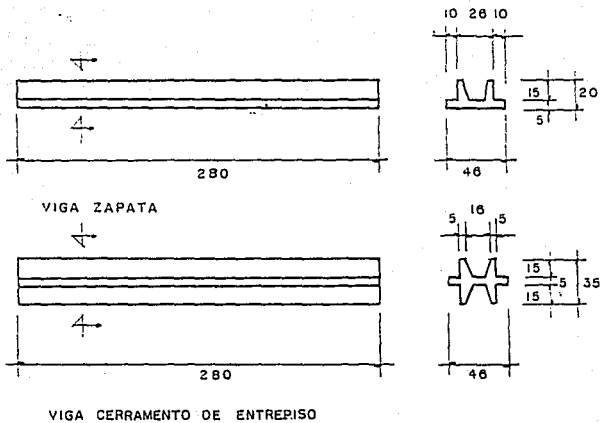
SECCION 2-2



ACOT. EN M

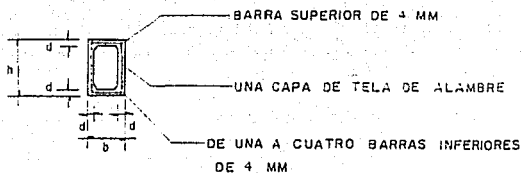
FIGURA 9

V I G A S



ACOT. EN CM

F I G U R A 10



DETALLE DE LA SECCION

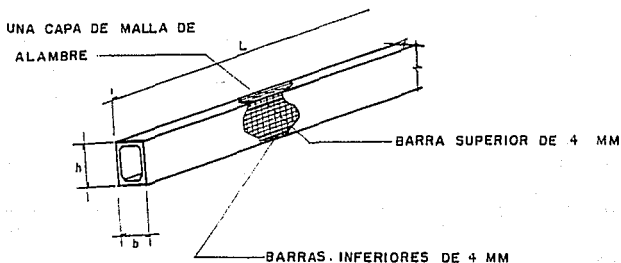
DIMENSIONES :

$L = 3 - 4 \text{ M}$

$b = 0.10 - 0.25 \text{ M}$

$h = 0.12 - 0.25 \text{ M}$

$d = 15 - 17 \text{ MM}$

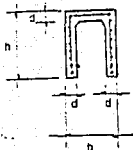


SECCION TRANSVERSAL Y ELEVACION DE UNA VIGA HUECA

FIGURA II



BARRA SUPERIOR DE 4 MM DE Ø

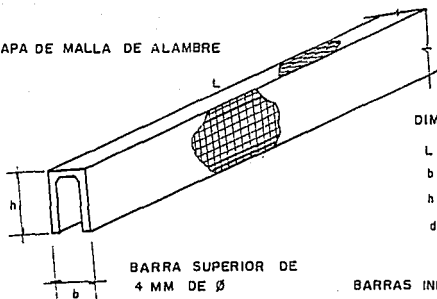


UNA CAPA DE MALLA DE ALAMBRE

DE UNA A CUATRO BARRAS INFERIORES DE 4 MM DE Ø  
DE Ø

DETALLE DE LA SECCION

UNA CAPA DE MALLA DE ALAMBRE



DIMENSIONES

$L = 3 - 4 \text{ M}$

$b = 0.10 - 0.25 \text{ M}$

$h = 0.12 - 0.25 \text{ M}$

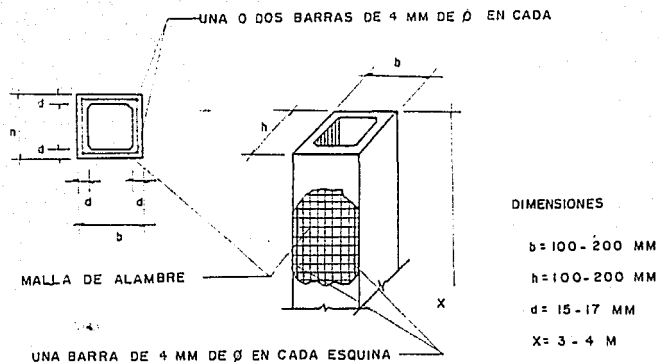
$d = 15 - 17 \text{ MM}$

BARRA SUPERIOR DE  
4 MM DE Ø

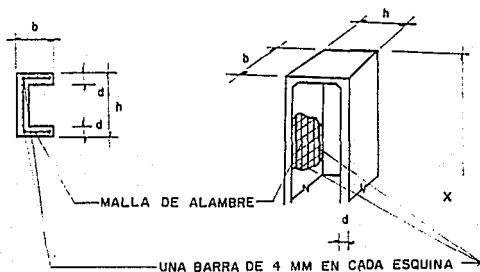
BARRAS INFERIORES DE  
4 MM DE Ø

SECCION TRANSVERSAL Y ELEVACION DE UNA VIGA TIPO U

FIGURA 12

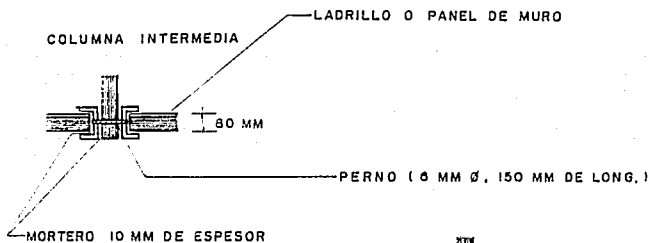


### SECCION TRANSVERSAL Y ELEVACION DE UNA COLUMNA HUECA



### SECCION TRANSVERSAL Y ELEVACION DE UNA COLUMNA TIPO U

FIGURA 13



DETALLE DE LA JUNTA

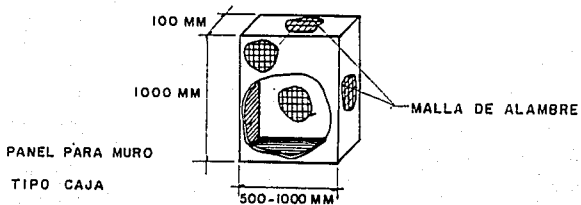
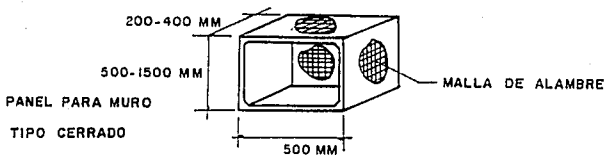


FIGURA 14

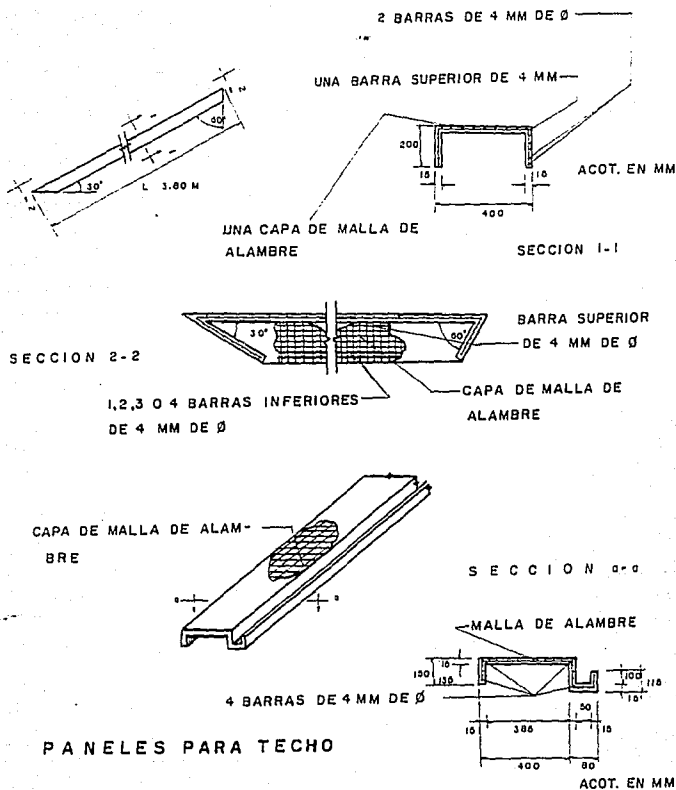


FIGURA 15

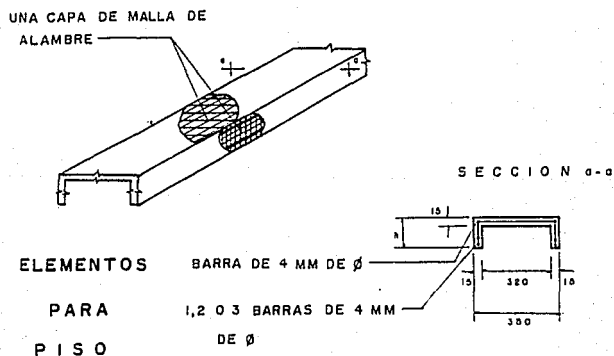
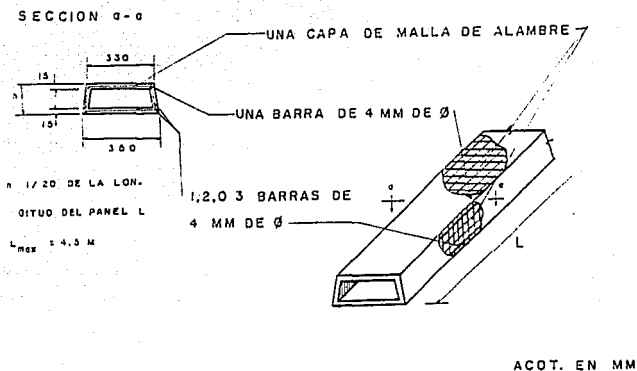


FIGURA 16

## ELEMENTOS PARA TECHO DE FERROCEMENTO TÍPICOS



LAMINA CILINDRICA



LAMINA CILINDRICA MODIFICADA



LAMINA CORRUGADA



LAMINA PLEGADA

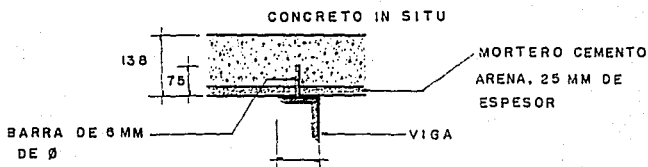


LAMINA PLEGADA



LAMINA PLEGADA

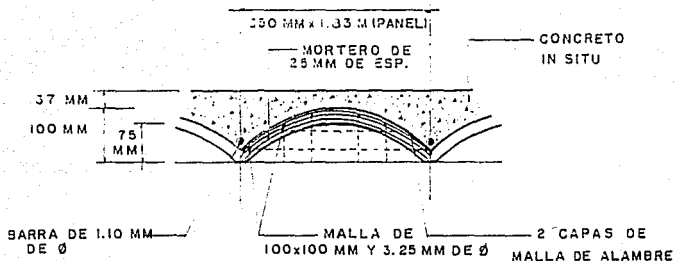
### F I G U R A 17



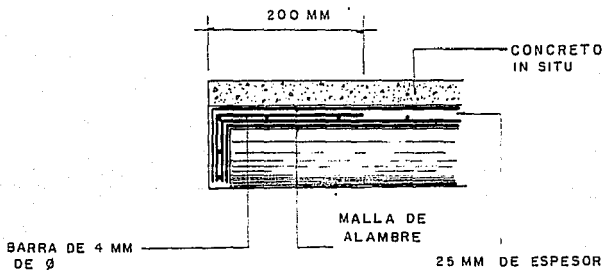
CONECTOR A CORTANTE SOLDADO A LA VIGA

### F I G U R A 18

### DETALLE DEL PANEL COMPUESTO



### F I G U R A 1 9



### SECCION TRANSVERSAL DEL PANEL

### F I G U R A 2 0

PLANTA DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

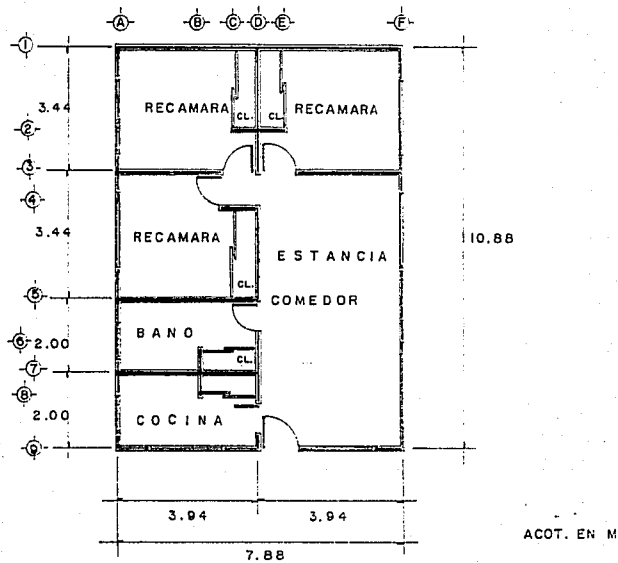
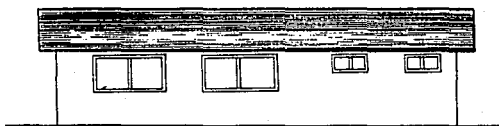


FIGURA 21





VISTA FRONTRAL DE LA VIVIENDA PROTOTIPO



VISTA LATERAL DE LA VIVIENDA PROTOTIPO

F I G U R A 22

POLIDUCTO DENTRO DE TABLEROS PARA ALOJAR  
LA INSTALACION ELECTRICA

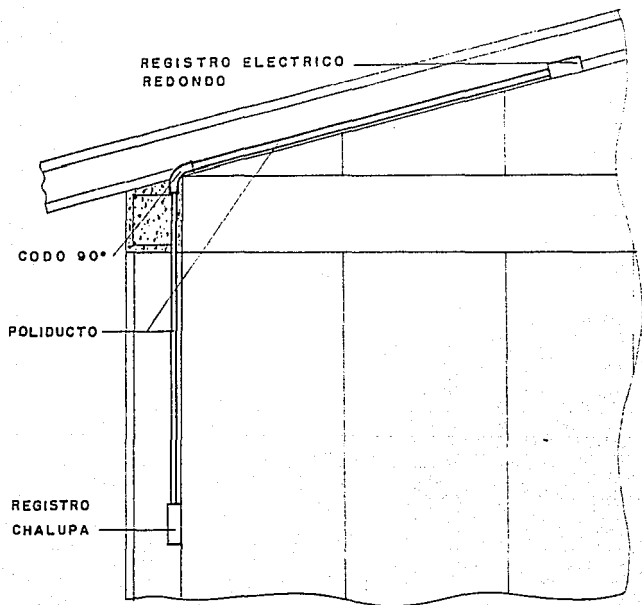
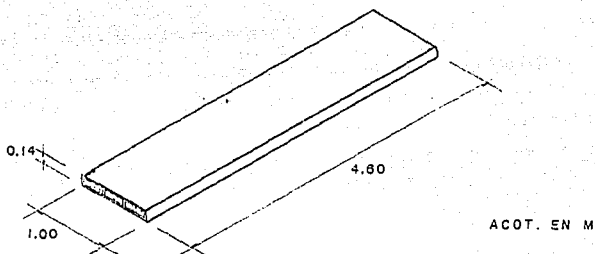
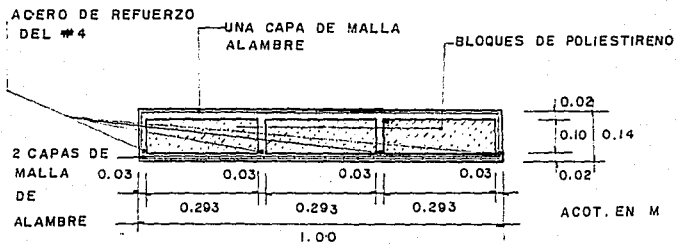


FIGURA 23

PANEL DE FERROCEMENTO PROTOTIPO



F I G U R A 2 4



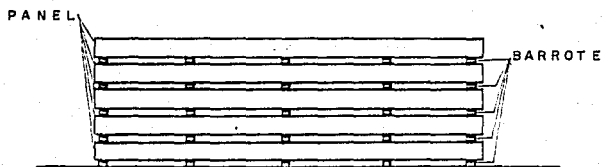
F I G U R A 2 5

ETAPA DE CURADO DE LOS PANELES MEDIANTE

RIEGO DE AGUA



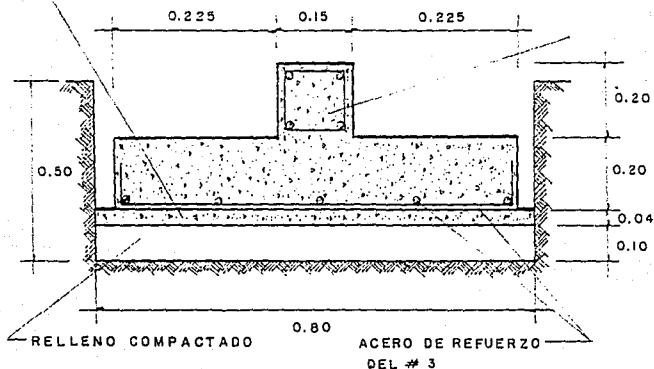
DISPOSICION PARA EL ALMACENAJE DE PANELES



F I G U R A 2 6

PLANTILLA DE  
CONCRETO SIMPLE

CADENA DE CIMENTACION ARMADA CON  
CADENA ELECTROSOLDADA



PARA EL EJE D EL ANCHO DE LA ZAPATA ES DE 1.00 M

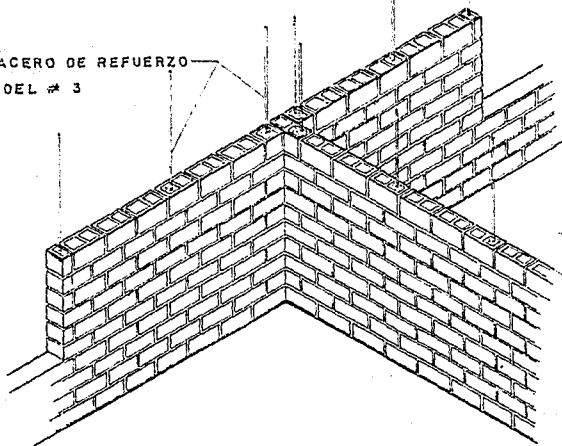
ACOT. EN M

F I G U R A 27

MURO DE BLOCK DE ARCILLA EXTRUIDA DE 12 x 12 x 24 CMS.

ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA

ACERO DE REFUERZO  
DEL # 3

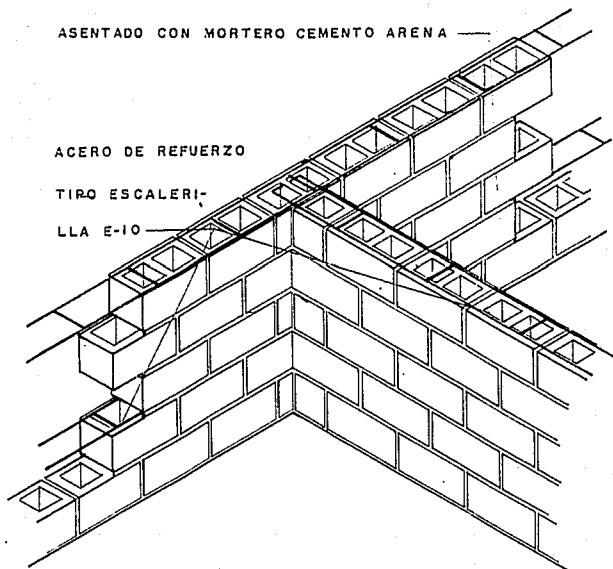


MURO DE BLOCK HUECO CON REFUERZO VERTICAL

F I G U R A 2 8

MURO DE BLOCK DE ARCILLA EXTRUIDA DE 12x12x24 CMS.

ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA



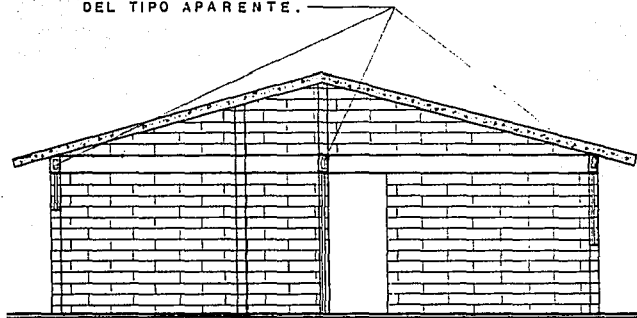
MURO DE BLOCK HUECO CON REFUERZO HORIZONTAL

F I G U R A 29

CADENA DE CERRAMIENTO DE SECCION 15 x 20 CMS.

CON CADENA ELECTROSOLDADA. EL ACABADO SERA

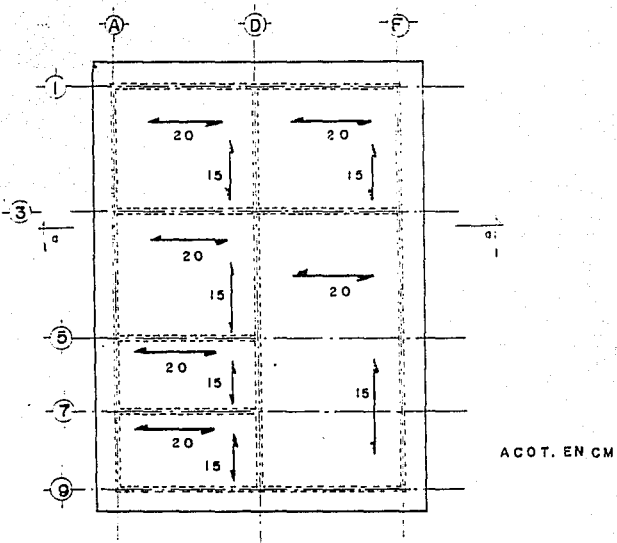
DEL TIPO APARENTE.



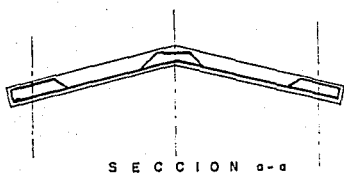
LA CADENA DE CERRAMIENTO SE CONSTRUIRA A LO LARGO DE TODOS LOS MUROS Y NO SOLO EN VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS.

F I G U R A 30



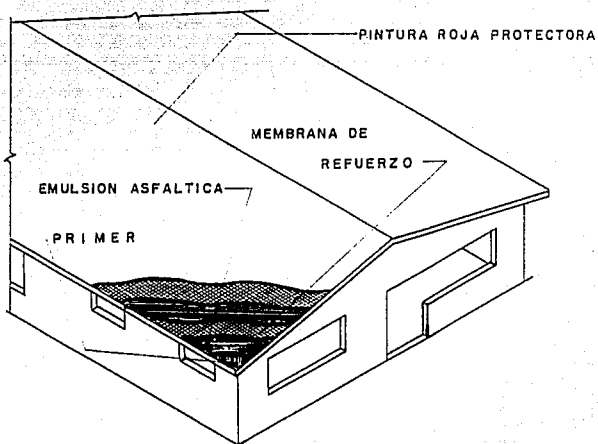


ARMADO DE LA LOSA



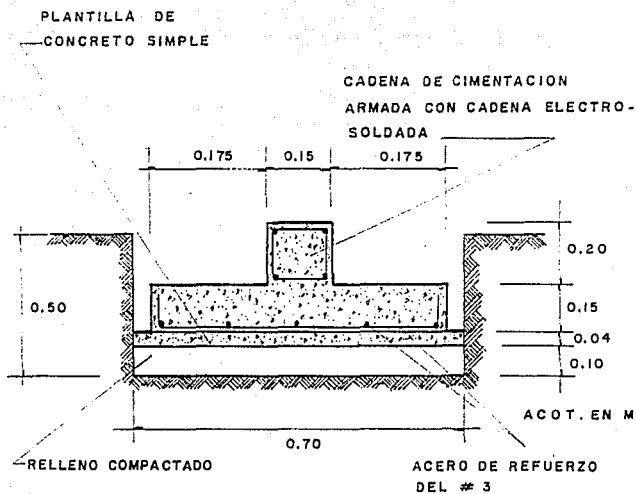
ACERO DE REFUERZO  
DEL # 3  
AMBOS SENTIDOS

FIGURA 31



IMPERMEABILIZACION DE AZOTEA

FIGURA 32



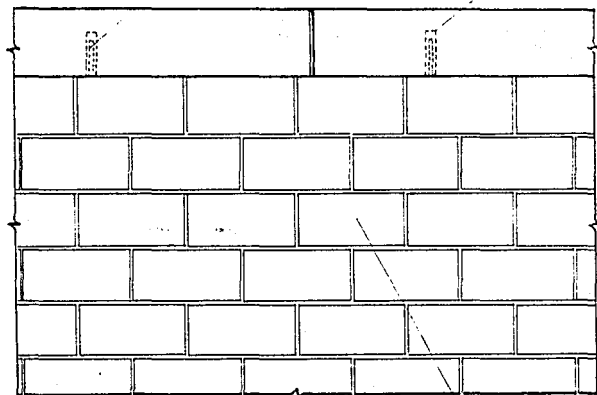
PARA EL EJE D EL ANCHO DE LA ZAPATA ES DE 0.60 M

F I G U R A 33

T A B L E R O :

A C E R O D E R E F U E R Z O  
D E L # 3

B A R R E N O D E 2,54 C M S.  
D E Ø



M U R O D E B L O C K

F I G U R A 3 4

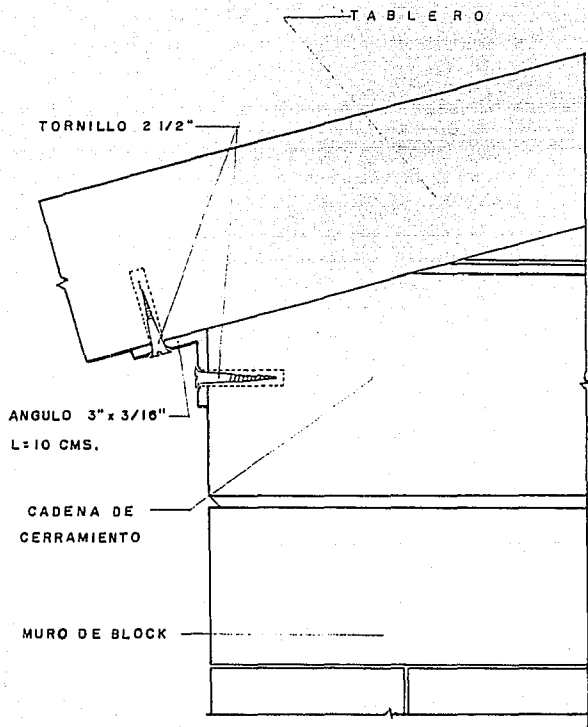


FIGURA 35

ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL ISAJE  
DE LOS TABLEROS DE LA TECHUMBRE

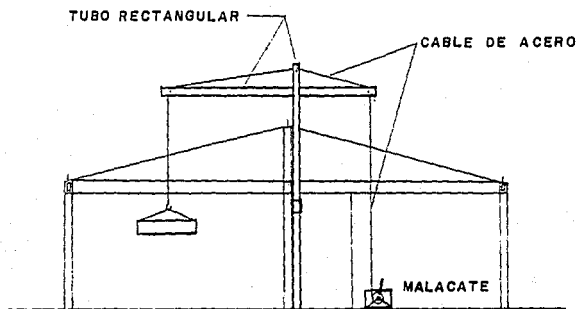
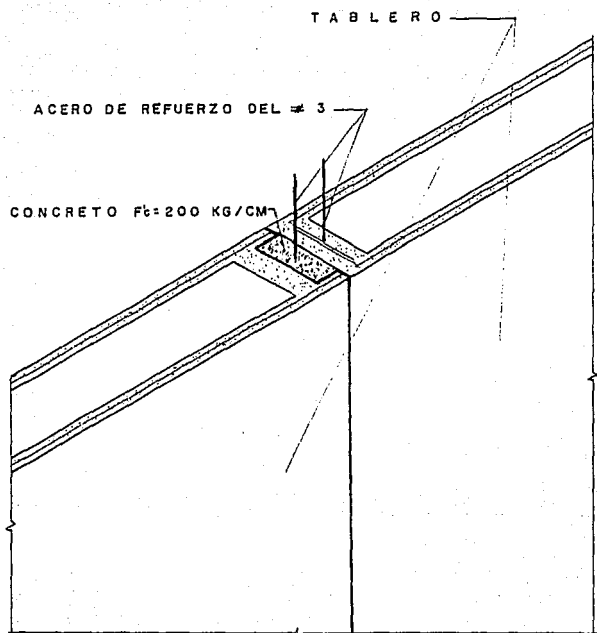


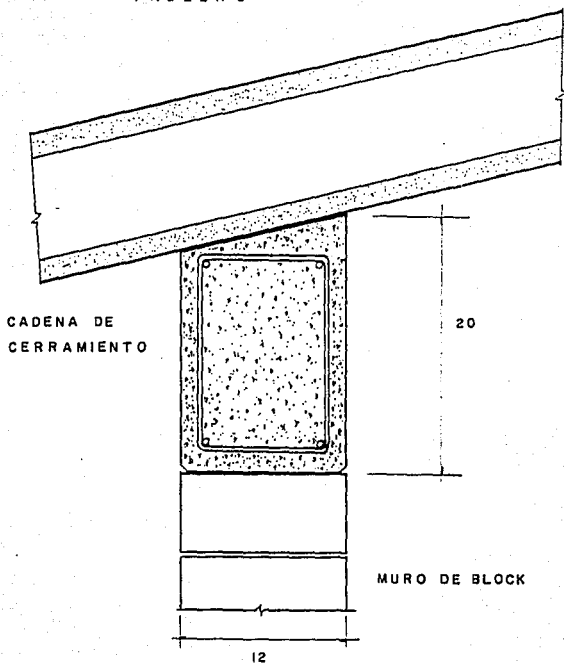
FIGURA 36



UNION DE TABLEROS PARA MURO

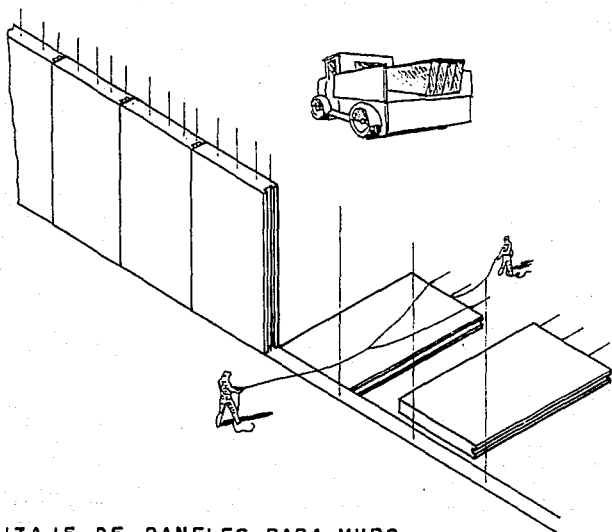
FIGURA 37

T A B L E R O



F I G U R A 38





IZAJE DE PANELES PARA MURO

F I G U R A 39

Clave: CAAN1

ANDAMIOS PARA MURO DE TABIQUE HASTA 3.60 M DE AL-  
TURA.

Unidad:M2

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0093 TABLON DE 1/2"x12"x8'	FT	0.0295	3.40 FB.01/93	0.10	4.65
0047 POLIN DE 3 1/2"x3 1/2'	PT	0.0596	2.00 FB.01/93	0.12	5.63
0048 BARROTE 1 1/2"x4"x8'	PT	0.0285	2.50 FB.01/93	0.07	3.40
0049 OJALA 3/4"x4"x8'	PT	0.0119	3.00 FB.01/93	0.04	1.94
0051 CLAVO DE 2",21/2",3"	KG	0.0101	2.28 FB.01/93	0.02	0.97
0012 ALAMBRE REC CAL 18	KG	0.0051	2.87 FB.01/93	0.01	0.49

Subtotal: 0.36 17.46

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MCC64 0063 CUADRILLA GENERAL 4	JOR	0.0132	124.66 FB.01/93	1.65	80.10
0023 HERRAMIENTA	ZP	0.0360	1.65	0.05	2.43

Subtotal: 1.70 82.52

COSTO DIRECTO: 2.06 100.00  
PRECIO UNITARIO: 2.06 / M2

## Materiales CACED

CANCHA DE CERRAMIENTO DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX  
 (5X20X4, 8X11) TPA 20 CM, DE F'c= 300 KG/CM<sup>2</sup>, DE  
 SECCION 10X20 CM. ACABADO AFARENTE.

Unidad: M<sup>2</sup>

MATERIALES							
MS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	% CS	
5X20	0110 BUN/CDL DE ARMEX 15X20X4	M <sup>2</sup>	1.0000	5.96 FB.05/93	5.96	17.53	
CINCI	0911 CINTA/DESD EN CADENAS NO/APARENTE. #2		0.4500	34.99 FB.05/93	15.77	49.33	
SALEI	0112 LECHADA DE CEMENTO GRIS.		0.0008	496.04 FB.05/93	0.40	1.19	
VACDO	0073 VACIADO DE CONCRETO EN CAD/CERR. #3		0.0252	420.67 FB.05/93	10.65	31.91	
					Subtotal:	34.00	100.00
					COSTO DIRECTO:	34.00	100.00
					PRECIO UNITARIO:	34.00 / M <sup>2</sup>	

12/13/93

Hoja: 003

Clave: CACIM

CASERA DE CIMENTACION DE CONCRETO ARMADO CON ARMEX  
 15X20X4, CONCRETO SIN LLANTAS CON UN DE FIC= 250 KG/  
 M2. DE SECCION 15X20 CON ACABADO COMUN.

Unidad: ML

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	MONTE	C. CO
SYCAS 0113	SUBV/COL DE ARMEX 15X20X4	ML	1.0000	5.96 FB.05/93	5.96	17.16
DIPOC 0092	CANCHA EN CASERA DE CIMENTACION. M2	M2	0.4800	22.55 FB.01/93	10.82	34.67
CALEI 0112	LECHADA DE CEMENTO GRIS.	M3	0.0008	496.04 FB.05/93	0.40	1.29
MACO2 0123	VARIADO DE CONCRETO EN CASERAS.	M3	0.0009	425.25 FB.05/93	14.05	44.95
Subtotal:					31.21	100.00
COSTO DIRECTO:					31.21	100.00
PRECIO UNITARIO:					31.21	/ ML

Clave: CAC04

CONCRETO HECHO EN OBRAS, CON REVOLVEDORA DE 1 SACO,  
F(11), TMA 20 CM, DE F'CD= 300 KG/CM2

Unidad:M3

## MATERIALES

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0020	CEMENTO GRIS ANAHLAC	TEN	0.4030	350.00 FB.01/93	141.05	60.65
0002	ARENA	M3	0.5520	43.33 FB.01/93	23.92	10.29
0025	GRAVA DE 3/4"	M3	0.5960	43.33 FB.01/93	25.82	11.10
0001	AGUA	M3	0.2720	19.70 FB.01/93	5.36	2.30
Subtotal:					196.15	84.35

## MANO DE OBRA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0001	0980 CUADRILLA GENERAL 1	JOR	0.4000	56.20 EN.01/93	22.48	9.67
0023	HERRAMIENTA	TP	0.0300	22.48	0.67	0.29
Subtotal:					23.15	9.95

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
EP01	0102 REVOLVEDORA 1 SACO TIPO TROMPO, . HR		0.5714	23.17 FB.05/93	13.24	5.69
Subtotal:					13.24	5.69

COSTO DIRECTO: 232.54 100.00  
PRECIO UNITARIO: 232.54 / M3

01.19/93

0011 0000

Clave: CALE1

LECHADA DE CEMENTO GRIS.

Unidad: M<sup>2</sup>

MATERIALES

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0020 CEMENTO GRIS ANAHUAC	TON	1.0250	750.00 PB.01/93	475.65	75.87
0001 AGUA	M3	1.0250	19.70 PB.01/93	20.37	4.11
				-----	
Subtotal:				496.04	100.00

COSTO DIRECTO: 496.04 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 496.04 / M<sup>2</sup>

02.12/97

Foja: 0006

Triler CAMO1

MORTERO CEMENTO ARENA PROPORCION 1:4

Unidad:m3

MATERIALES

CNS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	C. CO
0020	CEMENTO GRIS ANARANAC	TON	0.4360	350.00 FB.01/93	150.50	72.43
0001	AGUA	M3	0.2220	19.70 FB.01/93	6.34	3.05
0002	ARENA	M3	1.1760	43.33 FB.01/93	50.96	24.52

Subtotal: 207.80 100.00

COSTO DIRECTO: 207.80 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 207.80 / M3

12.13/93

Hoja: 007

Clave: CAMOZ

MORTERO A BASE DE YESO Y AGUA.

Unidad: M3

MATERIALES

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0021 YESO	TON	0,8450	245.00 FB.01/93	207.03	92.94
0001 AGUA	M3	0,7980	19.70 FB.01/93	15.72	7.06
			Subtotal:	222.75	100.00

COSTO DIRECTO: 222.75 100.00  
PRECIO UNITARIO: 222.75 / M3



## C.A. CAMOC

MORTERO CEMENTO ARENA PROPORCION 1:4, CON ADITIVO Unidad:M3

## MATERIALES

UN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0000	ARENA	M3	1.1780	43.33 FB.01/93	50.96	22.29
0000	AGUA	M3	0.2020	19.70 FB.01/93	5.95	2.60
0000	CEMENTO GRIS ANHIDRO	TON	0.4360	350.00 FB.01/93	150.50	65.84
0000	ADITIVO FLUIDIFICANTE P CONCRETO	M3	0.7056	30.00 FB.01/93	21.17	9.23

Subtotal: 228.58 100.00

COSTO DIRECTO: 228.58 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 228.58 / M3

12.13/93

Hoja: 0009

Clave: CAM04

MORTERO A BASE DE CALHIDRA-CEMENTO BLANCO-POVO DE  
MARHOL.

Unidad:M3

## MATERIALES

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0039 CALHIDRA	TON	0.0760	250.00 FB.01/93	19.00	5.50
0019 CEMENTO BLANCO	TON	0.1700	580.00 FB.01/93	98.60	28.56
0006 POLVO DE MARHOL	TON	1.2100	177.27 FB.01/93	214.50	62.13
0001 AGUA	M3	0.6680	19.70 FB.01/93	13.16	3.81
				=====	
			Subtotal:	345.26	100.00
			COSTO DIRECTO:	345.26	100.00
			PRECIO UNITARIO:	345.26 / M3	

02.19/93

Hoja: 0-10

Claves CAMOS

MORTERO A BASE DE CEMENTO BLANCO Y AREIA.

Unidad:M<sup>2</sup>

MATERIALES

DIS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	%
0019 CEMENTO BLANCO	TON	0.4200	580.00 FB.01/93	243.60	31.22
0002 AREIA	M3	1.1760	43.33 FB.01/93	50.96	6.62
0001 AGUA	M3	9.3220	19.70 FB.01/93	183.24	23.07
				=====	
Subtotal:				306.70	100.00

COSTO DIRECTO: 306.70 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 306.70 / M<sup>2</sup>

02.13/93

01: 011

Clave: CASTI

COLADO DE CASTILLOS EN TABLEROS DE MISO A BASE DE  
 PORTERO PROPORCION 1:4, REFORZADO CON ACERO DEL 40

MATERIALES

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0109	MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	M3	0.0154	267.50 FB.05/93	4.12	54.79
0014	BUN/BOLOC. ACERO DEL 40	TON	0.0008	2,439.14 FB.05/93	1.95	73.39
Subtotal:					6.07	58.18

MANO DE OBRA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0081	CUADRILLA GENERAL C	JCR	0.0055	125.00 FB.01/93	0.69	11.82
Subtotal:					0.69	11.82

COSTO DIRECTO: 5.84 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 5.84 / M.

12.18/93

0018: 0012

Cíter: CELC1

CÁMERA Y CÁMERA ACABADO COMÚN, CON ALTURA DE 0-  
 PARA PULSA DE 2,00 M EN LOSAS. INCL: PLETES, HABILIT-  
 TADO Y TERMINADO DEL ÁREA COLADA EN LOSAS.

Unidad:m2

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0047 POLIN DE 1 1/2X3 1/2	PT	2.0019	2.00 FB.01/93	4.00	11.56
0048 BARROTE 1 1/2X3X18"	PT	2.5004	2.50 FB.01/93	6.25	18.06
0049 CUELA 2/4X14X18"	PT	1.9104	3.00 FB.01/93	5.73	16.55
0050 CHAPLAN DE 2/4X7	ML	1.5000	1.50 FB.01/93	2.25	6.50
0051 CLAVO DE 2/4X27/32"	KG	0.3173	2.58 FB.01/93	0.72	2.08
0028 DIESEL	LT	0.5000	0.80 FB.01/93	0.40	1.16
0012 ALAMBRE FED CAL 18	KG	0.0483	2.87 FB.01/93	0.14	0.40
				<b>Subtotal:</b>	<b>19.49 56.33</b>

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0064 0065 CUADRILLA GENERAL 4	JOR	0.1177	124.66 FB.01/93	14.67	42.40
0027 HERRAMIENTA	MP	0.0300	14.67	0.44	1.27
				<b>Subtotal:</b>	<b>15.11 43.67</b>

**COSTO DIRECTO:** 34.60 100.00  
**PRECIO UNITARIO:** 34.60 / m2

\*2.13/93

-018 401

Clave: CIMC1

CIMERA Y RESINERA ACABADO (PARTE) UNO: ALISTO  
 Y MANIGERAS, HABILITADO Y TERMINADO, EN CAJERAS,  
 DE SECCION IGUAL A LIXCO CN, 2 OBRAS.

Módulo:2

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0046 CIMBRA IMP. 1.22X2.44 M 16 MM	M2	0.2756	33.60 FB.01/93	9.24	25.42
0048 SARGOTE 1 1/2"X4"X8"	PT	1.0148	2.50 FB.01/93	2.54	7.25
0049 BUELA 3/4"X4"X8"	PT	0.3801	3.00 FB.01/93	1.14	3.26
0050 CHARLAN DE 3/4"X7"	ML	2.5600	4.50 FB.01/93	11.55	32.72
0051 CLAVO DE 2"X1/2"X3"	KG	0.2030	2.28 FB.01/93	0.46	1.32
0029 DIESEL	LT	1.0000	0.80 FB.01/93	0.80	2.29
0010 ALAMBRE REC CAL 18	KG	0.0755	2.67 FB.01/93	0.20	0.58
				=====	
			Subtotal:	18.16	51.72

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOG4 0083 CUADRILLA GENERAL 4	JOR	0.1310	124.66 FB.01/93	16.33	46.68
0023 HERRAMIENTA	MP	0.0300	16.33	0.49	1.40
				=====	
			Subtotal:	16.82	48.08

COSTO DIRECTO: 34.98 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 34.98 / M2

02.12/93

0124 0914

Clave: CIMC2

CIMBRA Y DESCIMBRA EN CADENAS DE CIMENTACION ACABADO COMUN. INCL: FLETES, MANIOBRAS, HABILITADO. Unidad:m2

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0048 SARGOTE 1 1/2"X4"X8'	PT	1.0148	2.55 FB.01/93	2.54	11.26
0049 BUELA 3/4"X4"X8'	PT	1.1403	2.00 FB.01/93	2.22	15.17
0051 CLAVO DE 2",2 1/2",3"	KG	0.1767	2.28 FB.01/93	0.40	1.77
0028 DIESEL	LT	0.5000	0.80 FB.01/93	0.40	1.77
0012 ALAMBRE RED CAL 18	KG	0.0795	2.57 FB.01/93	0.23	1.02
				=====	
Subtotal:				6.99	31.00

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0084 0083 CUADRILLA GENERAL 4	JCR	0.1212	124.86 FB.01/93	15.11	67.01
0027 HERRAMIENTA	EP	0.0300	15.11	0.45	2.00
				=====	
Subtotal:				15.56	69.00

COSTO DIRECTO: 22.55 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 22.55 / m2

01.15/93

Hoja: 0015

Clave: CIMF1

CINERA PARA TABLERO DE PERFORACION A BASE DE TRI-  
PLAY DE 16 MM Y UNA CUBIERTA DE PVC.

Unidad: #24

**MATERIALES**

ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0040	LAMINA DE PVC	M2	0.2262	49.29 FB.01/93	11.15	21.43
0046	CINERA IMP. 1.22X2.44 M 16 MM	M2	0.1687	33.60 FB.01/93	5.67	15.01
0049	BUCLA 3/4"x4"x8"	PT	0.3828	3.00 FB.01/93	1.15	3.02
0048	BARROTE 1 1/2"x4"x8"	PT	0.1141	2.50 FB.01/93	0.29	0.82
0028	DIESEL	LT	0.4000	0.80 FB.01/93	0.32	0.90
0051	CLAVO DE 2"x21/2"x3"	#3	0.0000	0.00 FB.01/93	0.00	0.00

Subtotal: 19.53 54.67

**MANO DE OBRA**

ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MO064	0083 CUADRILLA GENERAL 4	JCR	0.1250	124.66 FB.01/93	15.58	44.00
	0023 HERRAMIENTA	XP	0.0300	15.58	0.47	1.33

Subtotal: 16.05 45.33

COSTO DIRECTO: 35.41 100.00  
PRECIO UNITARIO: 35.41 / #24



12.18/93

Hoja: 0016

Clave: CIMF2

CIMBRA PARA TABLERO DE FERROCEMENTO A BASE DE TRI-  
PLAY Y UNA LAMINA DE PVC CON SUPERFICIE GRABADA DE  
1,20X1,00 M.

Unidad:PZA

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0046 CIMBRA IMP. 1,22X2,44 M 16 MM	M2	0,1687	33,60 FB.01/93	5,67	14,67
0040 LAMINA DE PVC	M2	0,2252	49,20 FB.01/93	11,13	28,77
0048 BARROTE 1 1/2"X14"X16'	PT	0,1141	2,50 FB.01/93	0,29	0,75
0049 SUELA 3/4"X4"X19'	PT	0,3328	3,00 FB.01/93	1,15	2,97
0028 DIESEL	LT	0,4000	0,80 FB.01/93	0,32	0,83
0051 CLAVO DE 2"X1/2"X3"	KG	0,3850	2,28 FB.01/93	0,88	2,28
Subtotal:				19,44	50,29

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOCG4 0083 CUADRILLA GENERAL 4	JOR	0,1467	124,66 FB.01/93	18,29	47,31
0023 HERRAMIENTA	TP	0,0300	18,29	0,55	1,42
Subtotal:				18,84	48,73

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0090 MESA VIBRATORIA	HR	0,0500	7,50 FB.01/93	0,38	0,98
Subtotal:				0,38	0,98

COSTO DIRECTO: 38,66 100,00  
PRECIO UNITARIO: 38,66 / PZA

01.15/93

Hojas 0017

Clave: CIMZA

CIMBRA Y ESCOBRINA ACABADO COMUN, INCL: MANOBRAS,  
FLETES, HABILITADO Y TERMINADO EN FRONTERAS DE ZA-  
FATAS.

Unidad:M2

**MATERIALES**

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0048 BARROTE 1 1/2"x4"x8'	PT	1.6253	2.50 FB.01/93	4.06	13.89
0049 CUELA 3/4"x4"x8'	PT	1.9700	3.00 FB.01/93	5.91	20.21
0051 CLAVO DE 2",21/2",3"	KG	0.0772	2.28 FB.01/93	0.18	0.62
0028 DIESEL	LT	0.4000	0.80 FB.01/93	0.32	1.09
0012 ALAMBRE REC CAL 18	KG	0.0347	2.87 FB.01/93	0.10	0.34
				=====	
Subtotal:				10.57	36.15

**MANO DE OBRA**

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOCB4 0083 CUADRILLA GENERAL 4	JDR	0.1152	124.66 FB.01/93	14.36	49.11
0023 HERRAMIENTA	TP	0.3000	14.36	4.31	14.74
				=====	
Subtotal:				19.67	63.85

COSTO DIRECTO: 29.24 100.00  
PRECIO UNITARIO: 29.24 / M2

Clave: COAUX

CONCRETO HECHO EN OBRA, CON REVOLVEDORA DE UN SACO  
 SN(1), TMA 40 MM DE F'c= 100 KG/CM2.

Unidad:M3

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0020 CEMENTO GRIS ANAHUAC	TON	0.2670	350.00 FB.01/93	93.45	50.02
0026 GRAVA DE 3/4"	M3	0.7090	43.33 FB.01/93	30.72	16.44
0002 ARENA .5650	M3	0.5070	43.33 FB.01/93	21.97	11.76
3001 AGUA	M3	0.2190	19.70 FB.01/93	4.31	2.31
Subtotal:				150.45	30.52

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MO01 OBOO CUADRILLA GENERAL 1	JOR	0.4000	56.20 EN.01/93	22.48	12.02
0023 HERRAMIENTA	CP	0.0300	22.48	0.67	0.36
Subtotal:				23.15	12.39

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS. DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
EQP01 0102 REVOLVEDORA 1 SACO TIPO TROMPO. HR		0.5714	23.17 FB.05/93	13.24	7.09
Subtotal:				13.24	7.09

COSTO DIRECTO: 186.84 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 186.84 / M3

Clave: COTAF

CORTE DE TABLERO DE FERROCEMENTO CON CORTADORA DE  
DISCO ABRASIVO DE 14".

Unidad: ML

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0017 DISCO ABRASIVO 14"	PZA	0.0030	35.00 FB.01/93	0.11	5.79
				-----	
Subtotal:				0.11	5.79

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOCE4 0009 CUADRILLA DE EQUIPO 4.	JDR	0.0041	114.86 FB.01/93	0.47	24.74
0023 HERRAMIENTA	TP	0.0300	0.47	0.01	0.53
				-----	
Subtotal:				0.48	25.26

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0067 CORTADORA P/CONCRETO	HR	0.0600	21.84 FB.01/93	1.31	68.95
				-----	
Subtotal:				1.31	68.95

COSTO DIRECTO:	1.90	100.00
PRECIO UNITARIO:	1.90	/ ML

12.13/93

Hoja: 0020

Clave: EQP01

REVOLVEDORA 1 SACO DE CAFAC, TIPO TROMPO, CON MOTOR  
 A GASOLINA DE 8 HP, MONTADA SOBRE CHASIS CON 2 L  
 LLANTAS MARCA NIPSA MOD A-10.

Unidad:HR

## MATERIALES

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0096 GASOLINA NOVA	LT	2.4720	1.13 FB.01/93	2.79	12.04
0094 ACEITE BRIO VERDE	LT	0.1467	5.00 FB.01/93	0.38	1.50
0100 LLANTAS	JGO	0.0004	550.00 FB.01/93	0.22	0.95
				=====	
			Subtotal:	3.39	16.79

## MANO DE OBRA

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOCE2 0087 CUADRILLA DE EQUIPO 2.	JOR	0.1493	66.20 FB.01/93	9.88	42.64
				=====	
			Subtotal:	9.88	42.64

## EQUIPO y HERRAMIENTA

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0097 REVOLVEDORA 1 SACO	HR	1.0000	9.40 FB.01/93	9.40	40.57
				=====	
			Subtotal:	9.40	40.57

COSTO DIRECTO: 23.17 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 23.17 / HR

Clave: EQP02

VIBRADOR WACKER DE INMERSION EN CONCRETO, CON MOTOR A GASOLINA DE 4 HP, Cabezal vibratorio de eje flexible de 4.30 m.

Unidad:HR

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0096 GASOLINA NONA	LT	1.2360	1.13 FB.01/93	1.40	8.41
0094 ACEITE SARD VERDE	LT	0.0733	6.00 FB.01/93	0.44	2.64
				=====	
			Subtotal:	1.84	11.05

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOCE1 0086 CUADRILLA DE EQUIPO 1.	JOR	0.1493	61.50 FB.01/93	9.18	55.14
				=====	
			Subtotal:	9.18	55.14

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0098 VIBRADOR DE CHICOTE	HR	1.0000	5.63 FB.01/93	5.63	33.21
				=====	
			Subtotal:	5.63	33.21

COSTO DIRECTO: 16.65 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 16.65 / HR

NI.19/93

total 0022

Clave: EQ003

COMPACTADOR TIPO PLACA VIBRATORIA, CON MOTOR A GASOLINA DE 8 HP (KOHLER) MARCA DYNAPAC MOD. CN-13. Unidad:HR

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0096 GASOLINA NOVA	LT	2.4720	1.13 FB.01/93	2.79	15.65
0094 ACEITE BRYO VERDE	LT	0.0691	5.00 FB.01/93	0.41	2.33
				=====	
Subtotal:				3.20	17.98

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOE03 0088 CUADRILLA DE EQUIPO 3.	JOR	0.0461	57.84 FB.01/93	3.13	17.55
				=====	
Subtotal:				3.13	17.55

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0066 COMPACTADOR TIPO P/VIBRATORIA	HR	1.0000	11.50 FB.01/93	11.50	64.50
				=====	
Subtotal:				11.50	64.50

COSTO DIRECTO: 17.83 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 17.83 / HR

Clave: EOPO4

MALACATE DE 3.0 TON DE CAPACIDAD CON MOTOR A GASOLINA DE 8 HP.

Unidad:HR

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0096 GASOLINA AGUA	LT	2.3560	1.13 FB.01/93	2.66	11.92
0094 ACEITE ERVO VERDE	LT	0.1467	6.00 FB.01/93	0.88	3.74
				=====	
Subtotal:				3.54	15.67

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOSES 0115 CUADRILLA DE EQUIPO 5	JOR	0.1250	65.32 FB.01/93	8.17	36.62
				=====	
Subtotal:				8.17	36.62

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0064 MALACATE DE 3.0 TON	HR	1.0000	10.60 FB.01/93	10.60	47.51
				=====	
Subtotal:				10.60	47.51

COSTO DIRECTO: 22.31 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 22.31 / HR



Clave: EXPE1

EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS,  
 EN MATERIAL A, EN SECO, INCL. AFLUJE Y EXTRACCION  
 MANO DE LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARREO HASTA 10  
 M. DE 0.60 A 2.00 DE PROFUNDIDAD.

Unidad:M3

MANO DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
INS	DESCRIPCION					
0001	CUADRILLA GENERAL I	JCR	0.3175	56.20 EN.01/93	17.84	97.06
0025	HERRAMIENTA	CP	0.0300	17.84	0.54	2.94
					=====	
Subtotal:					18.38	100.00
COSTO DIRECTO:					18.38	100.00
PRECIO UNITARIO:					18.38 / M3	

Clave: EXPE1

EXCAVACION A MANO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS,  
EN MATERIAL A, EN SECO, INCL: FLOJE Y EXTRACCION  
AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA, ACARREO HASTA 10  
M, DE 0.60 A 2.00 DE PROFUNDIDAD.

Unidad:M3

MANO DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0080	CUADRILLA GENERAL 1	JOR	0.3175	56.20	17.84	97.96
0025	HERRAMIENTA	CP	0.0300	17.84	0.54	2.94
Subtotal:					18.38	100.00
COSTO DIRECTO:					18.38	100.00
PRECIO UNITARIO:					18.38	/ M3

Clave: IMPR1

IMPERMEABILIZACION EN LOSAS DE AZOTEA, CON UNA IMPREGNACION DE PRIMER, DOS CAPAS DE EMULSION ASFALTICA, DOBLE MEMBRANA DE REFUERZO, PINTURA PROTECTIVA COLOR ROJO. INCL: ACARRAOS, CERRAJES Y HERRAMIENTA.

Unidad:M2

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0033 IGOL TECHO N 4	PZA	0.3750	16.10 FB.01/93	6.04	57.09
0034 EMULSINA 19 LT	PZA	0.0114	41.50 FB.01/93	0.47	4.44
0035 SIKATEL ROLLO 1,10x1.00 ML	PZA	0.0090	102.50 FB.01/93	0.92	8.70
0121 SIKA ROJO 19 LT	PZA	0.0116	165.96 FB.01/93	1.93	18.24

Subtotal: 9.36 88.47

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOOS 0084 CUADRILLA GENERAL S	JOR	0.0091	129.46 FB.01/93	1.18	11.15
0023 HERRAMIENTA	CP	0.0300	1.18	0.04	0.38

Subtotal: 1.22 11.53

COSTO DIRECTO: 10.58 100.00  
PRECIO UNITARIO: 10.58 / M2

Clave: IMPRO

IMPERMEABILIZACION EN JUNTAS DE PANELES A BASE DE  
ASFALTO OXIDADO.

Unidad: ML

MATERIALES						
ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO		IMPORTE	% CO
0027 ASFALTO OXIDADO	KG	0.0950	1.00	FB-01/93	0.10	2.62
0037 PETROLEO DIAFANO	LT	1.0000	0.60	FB-01/93	0.60	21.74
					=====	
				Subtotal:	0.70	25.36
MANO DE OBRA						
ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO		IMPORTE	% CO
0001 0080 CUADRILLA GENERAL 1	JOR	0.0325	55.20	EN-01/93	1.80	72.46
0023 HERRAMIENTA	TP	0.0300	2.00		0.06	2.17
					=====	
				Subtotal:	2.66	74.64
				COSTO DIRECTO:	2.76	100.00
				PRECIO UNITARIO:	2.76 / ML	

## Clave: ISAJE

ISAJE Y COLOCACION DE TABLEROS DE REFORZAMIENTO PA-  
RA TECHUMBRE.

Unidad:PIA

MANO DE OBRA						
ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MO02	0081 CUADRILLA GENERAL D	JOR	0.0804	125.00 FB.01/93	10.68	34.83
	0025 HERRAMIENTA	TP	0.0500	10.68	0.52	2.54
					Subtotal:	11.00 97.37
EQUIPO y HERRAMIENTA						
ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
ED04	0119 MALACATE DE 3.0 TON DE CAPACIDAD HR		0.0712	22.31 FB.01/93	1.59	12.63
					Subtotal:	1.59 12.63
					COSTO DIRECTO:	12.59 100.00
					PRECIO UNITARIO:	12.59 / PIA

12.13/73

Hojas 0023

Clave: IZAJZ

CAJAS DE TABLEROS DE MURO

Unidad: PZA

MANDO DE OBRA							
MS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C.	UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOB02	0001 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	0.0154		125.00 FB.01/73	1.93	100.00
						=====	
					Subtotal:	1.93	100.00
					COSTO DIRECTO:	1.93	100.00
					PRECIO UNITARIO:	1.93 / PZA	

Clave: LCOAR

LOSA DE CONCRETO ARMADO CON ACERO DE REFUERZO DEL  
 #3 Y CONCRETO FABRICADO EN OBRA CON REVOLVEDORA DE  
 F'c=300 KG/CM<sup>2</sup>, ACERADO COMUN.

Unidad:M2

MATERIALES							
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO	
SYCA2	0014 SUB/COLC. ACERO DEL #3	TON	0.0068	2,439.14 FB.05/93	16.59	16.71	
VAC04	0117 VACIADO DE CONCRETO EN LOSAS.	M3	0.1540	309.14 FB.05/93	47.61	47.95	
CALE1	0112 LECHADA DE CEMENTO GRIS.	M3	0.0010	496.04 FB.05/93	0.50	0.50	
SELC1	0071 CIMBRA Y DESCIMBRA EN LOSAS	M2	1.0000	34.60 FB.05/93	34.60	34.84	
				<b>Subtotal:</b>	<b>99.30</b>	<b>100.00</b>	
				<b>COSTO DIRECTO:</b>	<b>99.30</b>	<b>100.00</b>	
				<b>PRECIO UNITARIO:</b>	<b>99.30 / M2</b>		

Clave: LIMP1

LIMPIEZA EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANTE DE ESTRU-  
CTURAS, CON HERRAMIENTA MANUAL, COMPRENDE: TURBA Y  
COPIO, QUEMA DE ARBUSTOS, HERRAMIENTA Y MANO DE O-  
BRA,

Unidad:M2

## MATERIALES

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0037 PETROLEO DIAFANO	LT	0,0667	0,60 FB.01/93	0,04	7,33
				=====	
			Subtotal:	0,04	7,55

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOCE1 0080 CUADRILLA GENERAL I	JOR	0,0085	56,20 EN.01/93	0,48	90,57
0023 HERRAMIENTA	2P	0,0300	0,48	0,01	1,87
				=====	
			Subtotal:	0,49	92,45

COSTO DIRECTO:	0,53	100,00
PRECIO UNITARIO:	0,53	/ M2



12.18/93

Hojas: 001

Clave: MOCE1

CUADRILLA DE EQUIPO: 1 OPERADOR DE VIBRADOR + 1/10  
DE CABO.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0061	OPER DE VIBRADOR D/CHICOTE	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	44.67
0052	CABO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.93
0061	OPER DE VIBRADOR D/CHICOTE	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	44.67
	SOBRESUELDO					
0052	CABO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.93
	SOBRESUELDO					

Subtotal: 61.50 100.00

COSTO DIRECTO: 61.50 100.00  
PRECIO UNITARIO: 61.50 / JCR

2.12/93

Foja 0032

MOCE1

MANILLA DE EQUIPO 1: 1 OPER DE VIBRADOR + 1/10  
DE CABO.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

COS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0061	OPER DE VIBRADOR 0/CHICOTE	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	44.87
0052	CABO	JCR	0.1000	35.52 FB.01/93	3.55	5.93
0061	OPER DE VIBRADOR 0/CHICOTE	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	44.07
0052	CABO	JCR	0.1000	35.52 FB.01/93	3.85	5.93
Subtotal:					61.50	100.00

COSTO DIRECTO: 61.50 100.00  
PRECIO UNITARIO: 61.50 / JCR

01.19/93

Total: 1000

Clave: MOCE2

CUADRILLA DE EQUIPO: 1 OPERADOR DE REVOLVEDORA  
DE 4 SACOS + 1/10 DE CABO.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0062 OPER REVOLV. DE CONCRETO	JCR	1.0000	29.45 FB.01/93	29.45	44.49
0052 CABO	JCR	0.1000	76.52 FB.01/93	7.65	5.51
0062 OPER REVOLV. DE CONCRETO SOBRESUELDO	JCR	1.0000	29.45 FB.01/93	29.45	44.49
0052 CABO SOBRESUELDO	JCR	0.1000	76.52 FB.01/93	7.65	5.51

Subtotal: 66.20 100.00

COSTO DIRECTO: 66.20 100.00  
PRECIO UNITARIO: 66.20 / JCR

12.13/93

Hoja: 0024

Clave: MOCE3

CUADRILLA DE EQUIPO: 1 OPERADOR DE PISON/BAILARINA  
 - 1/10 DE CABO.

Unidad: JOR

MANDO DE OBRA

IND. DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0063 OPERADORA DE APISONADORA	JOR	1.0000	30.27 FB.01/93	30.27	44.62
0052 CABO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.38
0063 OPERADORA DE APISONADORA SOBRESUELDO	JOR	1.0000	30.27 FB.01/93	30.27	44.62
0052 CABO SOBRESUELDO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.38

Subtotal: 67.84 100.00

COSTO DIRECTO: 67.84 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 67.84 / JOR

MZ.18/93

Fecha: 1975

Clave: MOCE4

CUADRILLA DE EQUIPO: 1 OPERADOR DE RODILLO VIERATO  
RIO + 1/10 DE CABO.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0068 OPERADOR DE CORTADORA	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	23.59
0056 AYUDANTE GENERAL	JCR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	23.23
0052 CABO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	3.18
0068 OPERADOR DE CORTADORA SOBRESUELDO	JCR	1.0000	27.10 FB.01/93	27.10	23.59
0056 AYUDANTE GENERAL SOBRESUELDO	JCR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	23.23
0052 CABO SOBRESUELDO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	3.18

Subtotal: 114.86 100.00

COSTO DIRECTO: 114.86 100.00  
PRECIO UNITARIO: 114.86 / JCR

Clave: MOCES

CUADRILLA DE EQUIPO 5: 1 OPERADOR DE MALACATE -  
1/10 DE CASO

Unidad: JGR

MANO DE OBRA

ING DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0107 OPERADOR DE MALACATE	JGR	1.0000	29.01 FB.01/93	29.01	44.41
0052 CASO	JGR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.59
0107 OPERADOR DE MALACATE	JGR	1.0000	29.01 FB.01/93	29.01	44.41
SOBRESUELDO					
0052 CASO	JGR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	5.59
SOBRESUELDO					

Subtotal: 65.32 100.00

COSTO DIRECTO: 65.32 100.00  
PRECIO UNITARIO: 65.32 / JGR

Clave: MOCG1

CUADRILLA GENERAL: 1 PEON + 1/10 DE CABO

Unidad: JCR

## MANO DE OBRA

ENS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0053 PEON	JCR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	43.51
0052 CABO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	6.49
0053 PEON SOBRESUELDO	JCR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	43.51
0052 CABO SOBRESUELDO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	6.49

Subtotal: 56.20 100.00

COSTO DIRECTO: 56.20 100.00  
PRECIO UNITARIO: 56.20 / JCR

12.18/93

014: 0028

Clave: MOCG2

CUADRILLA GENERAL: 1 CFIC. ALB + 1 FEON + 1/10 DE CABO.

Unidad: JOR

MANDO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0054 OFICIAL ALBANIL	JOR	1.0000	24.40 FB.01/93	24.40	27.52
0053 FEON	JOR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	19.56
0052 CABO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.92
0054 OFICIAL ALBANIL SOBRESUELDO	JOR	1.0000	34.40 FB.01/93	34.40	27.52
0053 FEON SOBRESUELDO	JOR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	19.56
0052 CABO SOBRESUELDO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.92

Subtotal: 125.00 100.00

COSTO DIRECTO: 125.00 100.00  
PRECIO UNITARIO: 125.00 / JOR



11.13/93

Folio: 003

Clave: MOGG3

CUADRILLA GENERAL: 1 OFIC. FERRERO + 1 AYUDANTE +  
1/10 DE CABO. unidades/JOR

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0057 OFICIAL FERRERO	JOR	1.0000	33.13 FB.01/93	33.13	26.10
0056 AYUDANTE GENERAL	JOR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	21.02
0052 CABO	JOR	0.1000	26.52 FB.01/93	2.65	2.08
0057 OFICIAL FERRERO SORRESUELDO	JOR	1.0000	33.13 FB.01/93	33.13	26.10
0056 AYUDANTE GENERAL SORRESUELDO	JOR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	21.02
0052 CABO SORRESUELDO	JOR	0.1000	26.52 FB.01/93	2.65	2.08

Subtotal: 126.72 100.00

COSTO DIRECTO: 126.72 100.00  
PRECIO UNITARIO: 126.72 / JOR

Clave: MOC64

CUADRILLA GENERAL: 1 OFIC. CARPINTERO + 1 AYUDANTE  
- 1/10 DE CABO.

Unidad: JOR

MANO DE OBRA

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0055 OFICIAL CARPINTERO OBRA NEG.	JOR	1.0000	32.00 FB.01/93	32.00	25.67
0056 AYUDANTE GENERAL	JOR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	21.49
0052 CABO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.93
0055 OFICIAL CARPINTERO OBRA NEG. SOBRESUELD0	JOR	1.0000	32.00 FB.01/93	32.00	25.67
0056 AYUDANTE GENERAL SOBRESUELD0	JOR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	21.49
0052 CABO SOBRESUELD0	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.93

Subtotal: 124.66 100.00

COSTO DIRECTO: 124.66 100.00  
PRECIO UNITARIO: 124.66 / JOR

12.18/73

Hoja: 041

Clave: MOC65

GRUPO GENERAL: 1 OFIC. IMPERMEABILIZADOR -  
 AYUDANTE - 1/10 DE CABO.

Unidad: JCR

## MANDO DE OBRA

ING. DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0059 OFICIAL IMPERMEABILIZADOR	JCR	1.0000	24.40 FB.01/93	24.40	25.57
0056 AYUDANTE GENERAL	JCR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	20.61
0052 CABO	JCR	0.1000	26.52 FB.01/93	2.65	2.82
0059 OFICIAL IMPERMEABILIZADOR	JCR	1.0000	24.40 FB.01/93	24.40	25.57
SOBRESUELO					
0056 AYUDANTE GENERAL	JCR	1.0000	26.68 FB.01/93	26.68	20.61
SOBRESUELO					
0052 CABO	JCR	0.1000	26.52 FB.01/93	2.65	2.82
SOBRESUELO					

Subtotal: 129.46 100.00

COSTO DIRECTO: 129.46 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 129.46 / JCR

Clave: MOC66

CUADRILLA GENERAL: 1 OFIC TOPOGRAFO + 1 BRECCHERO +  
2 ESTADALEROS.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

CANT	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0077	TOPOGRAFO	JCR	1.0000	36.52 FB.01/93	36.52	10.00
0079	CADENEROS Y ESTADALEROS	JCR	2.0000	29.45 FB.01/93	58.90	24.57
0078	BRECCHERO Y ESTAQUERO	JCR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	10.20
0077	TOPOGRAFO SORSUESUELDO	JCR	1.0000	36.52 FB.01/93	36.52	10.00
0079	CADENEROS Y ESTADALEROS SORSUESUELDO	JCR	2.0000	29.45 FB.01/93	58.90	24.57
0078	BRECCHERO Y ESTAQUERO SORSUESUELDO	JCR	1.0000	24.45 FB.01/93	24.45	10.20

Subtotal: 239.74 100.00

COSTO DIRECTO: 239.74 100.00  
PRECIO UNITARIO: 239.74 / JCR

12.18/93

Hojas 0043

Clave: MOC67

CUANTILLA GENERAL 7: 1 OFIC ALBANIL + 2 FEDRES +  
1/10 DE CARO.

Unidad: JOR

MANO DE OBRA

UNS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0054 OFICIAL ALBANIL	JOR	1.0000	34.40 FB.01/93	34.40	19.78
0053 FEDR	JOR	2.0000	24.45 FB.01/93	48.90	23.12
0052 CARO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.10
0054 OFICIAL ALBANIL SOBRESUELDO	JOR	1.0000	34.40 FB.01/93	34.40	19.78
0053 FEDR SOBRESUELDO	JOR	2.0000	24.45 FB.01/93	48.90	23.12
0052 CARO SOBRESUELDO	JOR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.10

Subtotal: 173.90 100.00

COSTO DIRECTO: 173.90 100.00  
PRECIO UNITARIO: 173.90 / JOR

02.19/93

Hoja: 004

Clave: MOCGB

CUADRILLA GENERAL B: 1 OFICIAL YESERO + 1 AYUDANTE  
- 1/10 DE CABO.

Unidad: JCR

MANO DE OBRA

UNO DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0069 OFICIAL YESERO	JCR	1.0000	31.81 FB.01/93	31.81	25.60
0056 AYUDANTE GENERAL	JCR	1.0000	25.68 FB.01/93	25.68	21.47
0052 CABO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.94
0069 OFICIAL YESERO SORSUESUELDO	JCR	1.0000	31.31 FB.01/93	31.31	25.60
0056 AYUDANTE GENERAL SORSUESUELDO	JCR	1.0000	25.68 FB.01/93	25.68	21.47
0052 CABO SORSUESUELDO	JCR	0.1000	36.52 FB.01/93	3.65	2.94

Subtotal: 124.29 100.00

COSTO DIRECTO: 124.29 100.00  
PRECIO UNITARIO: 124.29 / JCR

Clave: MUTA1

MURO DE TABIQUE DE BARRO PERFORADO VERTICAL 12X12X  
 24, UNTEADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, 5 CM  
 DE ESPESOR CON CASTILLOS INTEGRALES A CADA 80 CM  
 CON CONCRETO F'c=100 K9/CM<sup>2</sup> Y VARILLA DEL #3, ESCA  
 LERILLA E-12 A CADA 50 CM.

Unidad:M2

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0045	TABIQUE HUECO VERT. 12X12X24	MIL	3.0330	1,340.00 FB.01/93	44.22	63.67
CAWI	0109 MORTERO CEMENTO ARENA 1:4	M3	0.0110	207.80 FB.05/93	2.29	3.30
CAWI	0105 CONCRETO F'c=100.	M3	0.0073	186.84 FB.05/93	1.36	1.96
	#11 VARILLA 6-42 3/8"	TCH	0.0006	1,467.50 FB.01/93	0.88	1.27
	0009 ESCALERILLA P/MURO E-12	M	2.0500	0.51 FB.01/93	1.05	1.51
CAWI	0111 ANDAMIO PARA MURO.	M2	1.0000	2.06 FB.05/93	2.06	2.97
	0001 AGUA	M3	0.0060	19.70 FB.01/93	0.12	0.17
					=====	
Subtotal:					51.98	74.87
MANO DE OBRA		UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOG2	0081 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	0.1335	125.00 FB.01/93	16.94	24.40
	0023 HERRAMIENTA	OP	0.0300	16.34	0.51	0.73
					=====	
Subtotal:					17.45	25.13
COSTO DIRECTO:					69.43	100.00
PRECIO UNITARIO:					69.43 / M2	

11/13/93

Hoja: 0046

## Nave: PLANT

PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE, FABRICADO EN OBRA,  
 DE F<sub>c</sub> = 100 KG/CM<sup>2</sup>, TPA 40 MM, DE 4 CM DE ESPESOR,  
 INCL: PREPARACION DE DESPLANTE, COMPACTACION, VA-  
 CIADO, VIBRADO, CURADO.

Unidad:m<sup>2</sup>

MATERIALES						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
00AUX	0105 CONCRETO F <sub>c</sub> =100.	M <sup>3</sup>	0.0425	186.84 FB.05/93	7.94	47.18
0001	AGUA	M <sup>3</sup>	0.0100	19.70 FB.01/93	0.20	1.19
Subtotal:					3.14	48.37
MANO DE OBRA						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOGGZ	0081 CUADRILLA GENERAL 2	JCR	0.0662	125.00 FB.01/93	8.28	49.20
	0025 HERRAMIENTA	HP	0.0500	8.28	0.41	2.44
Subtotal:					3.69	51.63
COSTO DIRECTO:					16.83	100.00
PRECIO UNITARIO:					16.83 / M <sup>2</sup>	



Clave: RELL 1

RELLENO EN CEPAS CON MATERIAL A Y/O S, EN CAPAS DE  
1.2 M DE ESPESOR, AL 95 % PRUEBA PROCTOR STANDARD. Unidad:MS

**MATERIALES**

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0001 AGUA	MS	0.2250	19.70 FB.01/93	4.43	20.53
				=====	
Subtotal:				4.43	20.53

**MANO DE OBRA**

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0001 0060 CUADRILLA GENERAL 1	JCR	0.0909	56.20 EN.01/93	5.11	23.68
0003 HERRAMIENTA	TP	0.0300	5.11	0.15	0.70
				=====	
Subtotal:				5.26	24.37

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

MS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
EGPO3 0104 COMPACTADOR TIPO PLACA VIB.	HR	0.6667	17.83 FB.05/93	11.89	55.10
				=====	
Subtotal:				11.89	55.10

COSTO DIRECTO: 21.58 100.00  
PRECIO UNITARIO: 21.58 / MS

Clave: SYCA2

ADMINISTRACIÓN Y COLOCACIÓN DE MADERA DE REPLAZO DEL  
43 (C/8%).

Unidad: TON

## MATERIALES

INS DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	1 CO
0011 VARILLA 6-42 3/8"	TON	1.0700	1,467.30 FB.01/93	1,570.01	64.37
0012 ALAMBRE RED CAL 18	KG	35.0000	2.87 FB.01/93	100.45	4.12
				<u>Subtotal:</u>	<u>1,670.46</u> 68.49

## MANO DE OBRA

INS DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	1 CO
0003 0082 CUADRILLA GENERAL 3	JDR	5.8800	126.92 FB.01/93	746.29	30.60
0003 HERRAMIENTA	MP	0.0300	746.29	22.39	0.92
				<u>Subtotal:</u>	<u>768.68</u> 31.52

COSTO DIRECTO: 2,439.14 100.00  
PRECIO UNITARIO: 2,439.14 / TON

42.13/93

Foja: 0049

Clave: SYCAC

ADMINISTRACION Y COLOCACION DE CASTILLO ELECTROSOLDADO  
 ANEX 15X20X4 EN CADENAS DE CERRAMIENTO.

Unidad: ML

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0908 ANEX 15X20X4	ML	1.0250	3.14 FB.01/93	3.22	54.02
6012 ALAMBRE REC CAL 18	KG	0.0050	2.87 FB.01/93	0.01	0.17
Subtotal:				3.23	54.19

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
9003 0082 CUADRILLA GENERAL 3	JOR	0.0209	126.92 FB.01/93	2.65	44.46
0023 HERRAMIENTA	MP	0.0300	2.65	0.08	1.34
Subtotal:				2.73	45.81

COSTO DIRECTO: 5.96 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 5.96 / ML

12.13/93

014: 0050

Clave: SYCM1

SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA. I  
 INCL.: TRASLAPES, DESPERDICIO, ACARREO Y ALAMBRE PARA  
 RA ANARRE EN LOSAS PISOS O FIRMES DE CIMENTACION,  
 SEPARACION CALIBRE 616-10/10.

Unidad: M2

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0010 MALLA 616 10/10	M2	1.0506	2.29 FB.01/93	2.41	59.95
0012 ALAMBRE REC CAL 18	KG	0.0210	2.07 FB.01/93	0.06	1.19
				-----	
Subtotal:				2.47	61.44

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOC83 0082 CUADRILLA GENERAL 3	JOR	0.0118	126.92 FB.01/93	1.50	37.31
0023 HERRAMIENTA	EP	0.0300	1.50	0.05	1.24
				-----	
Subtotal:				1.55	38.56

COSTO DIRECTO: 4.02 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 4.02 / M2

Clave: TFC-1

CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.004  
4.60 M, PARA TECHUMBRE A BASE DE 3 CAPAS DE TELA  
DE GALLINERO DE 3/4", ACERO DEL REFUERZO DEL #4,  
MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4 Y BLOQUES DE POLIESTIRENO  
ACABADO APARENTE.

Unidad:PIA

**MATERIALES**

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0018	TELA DE GALLINERO 3/4" CAL. 22	M2	18.0000	4.50 FB.01/93	81.00	28.65
0041	VARILLA 6-42 1/2"	TON	0.0188	1,463.38 FB.01/93	27.51	9.73
0118	MORTERO CEM/ARENA C/ADITIVO.	M3	0.2457	228.58 FB.05/93	56.16	19.86
0013	POLIESTIRENO	M3	0.4158	102.00 FB.01/93	42.41	15.00
0072	CIMBRA P/PANEL ACABADO APARENTE. PZA		1.0000	35.41 FB.05/93	35.41	12.52
Subtotal:					242.49	85.76

**MANO DE OBRA**

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0101	CUADRILLA GENERAL 7	JOR	0.2000	173.90 FB.01/93	34.78	12.30
0023	HERRAMIENTA	TP	0.0500	34.78	1.74	0.62
Subtotal:					36.52	12.92

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0090	MESA VIBRATORIA	HR	0.5000	7.50 FB.01/93	3.75	1.33
Subtotal:					3.75	1.33

COSTO DIRECTO: 282.76 100.00  
PRECIO UNITARIO: 282.76 / PZA

12.19/93

P11: 0/62

Clave: TFC-2

CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERROCEMENTO DE 1.60x  
1.60 M, A BASE DE 3 CAPAS DE TELA DE GALLINERO DE  
3/4", ACERO DE REFUERZO DEL #4, MORTERO CEMENTO A  
ARENA 1:4 Y BLOQUES DE POLIESTIRENO, CON SUPERFICIE  
GRABADA.

Unidad: PZA

## MATERIALES

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0018	TELA DE GALLINERO 3/4" CAL. 22	M2	18.0000	4.50 FB.01/93	31.00	27.52
0041	VARILLA 6-42 1/2"	TCM	3.0188	1,463.30 FB.01/93	27.51	7.13
0118	MORTERO CEM/ARENA C/ADITIVO.	MS	0.1445	228.58 FB.05/93	32.93	11.28
0074	MORTERO DE CEMENTO BLANCO Y ARENA	MS	0.1012	206.70 FB.05/93	11.04	10.57
0013	POLIESTIRENO	MS	0.4158	102.00 FB.01/93	12.41	14.46
0114	CIMBRA P/TABLERO SUP/GRABADA.	PZA	1.0000	38.66 FB.05/93	28.66	13.18
					=====	
Subtotal:					253.65	36.51

## MANO DE OBRA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0101	CUADRILLA GENERAL 7	JOR	0.2000	173.90 FB.01/93	34.78	11.36
0023	HERRAMIENTA	DP	0.0300	34.78	1.04	0.35
					=====	
Subtotal:					35.82	12.22

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
0090	MESA VIBRATORIA	HR	0.5000	7.50 FB.01/93	3.75	1.28
					=====	
Subtotal:					3.75	1.28

COSTO DIRECTO: 293.22 100.00  
PRECIO UNITARIO: 293.22 / PZA

## Clave: TFC-3

CONSTRUCCION DE TABLERO DE FERRAJEMENTO PARA MURO  
 A BASE DE 2 CAPAS DE TELA DE GALLINERO DE 3/4", A-  
 CERO DE REFUERZO DEL #4, MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4  
 BLOQUES DE POLIESTIRENO.

Unidad: PZA

## MATERIALES

ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0018	TELA DE GALLINERO 3/4" CAL. 22	M2	12.0000	4.50 FB.01/93	54.00	21.19
0041	VARILLA 6-42 1/2"	TON	0.0282	1,463.38 FB.01/93	41.27	16.19
0118	MORTERO CEM/ARENA C/ADITIVO.	M3	0.1749	228.58 FB.05/93	39.98	15.69
0013	POLIESTIRENO	M3	0.4158	102.00 FB.01/93	42.41	16.64
0072	CIMBRA P/PANEL ACABADO APARENTE.	PZA	1.0000	35.41 FB.05/93	35.41	13.89
					=====	
Subtotal:					213.07	83.60

## MANO DE OBRA

ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0104	CUADRILLA GENERAL 7	JOR	0.2124	173.90 FB.01/93	36.94	14.49
0023	HERRAMIENTA	"P	0.0300	36.94	1.11	0.44
					=====	
Subtotal:					38.05	14.93

## EQUIPO y HERRAMIENTA

ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0090	MESA VIBRATORIA	HR	0.5000	7.50 FB.01/93	3.75	1.47
					=====	
Subtotal:					3.75	1.47

COSTO DIRECTO: 254.87 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 254.87 / PZA

12.19/93

Hoja: 0034

Clave: TFC-4

TABLERO DE FERRACIMIENTO PARA MURO.

Unidad:M2

MATERIALES						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
TFC-5	0120 CONGY. TABLERO PARA MURO,	PZA	0.2174	254.07 FB.01/93	55.41	100.00
					=====	
				Subtotal:	55.41	100.00
				COSTO DIRECTO:	55.41	100.00
				PRECIO UNITARIO:	55.41 / M2	



## Clave: TIROL

SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIROL PLANCHADO EN CO-  
LOR NATURAL SOBRE PLAFON Y MUROS, A BASE DE MORTE-  
RO DE CALHIDRA-CEMENTO BLANCO-FOLVO DE MARHOL. IN-  
CLUI PREPARACION DE MEZCLA, ANDAMIOS Y LIMPIEZA.

Unidad: M2

MATERIALES						
ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0004	0029 MORTERO CALHIDRA-CEM. EDD. Y M.	MS	0.0070	345.28 FB.05/93	2.42	17.99
	0003 MASKIN TAPE	PIA	0.0150	3.50 FB.01/93	0.05	0.37
	0004 PERIODICO	KG	0.2550	0.35 FB.01/93	0.09	0.67
	0005 RESINA	LT	0.1667	6.52 FB.01/93	1.09	8.06
Subtotal:					3.65	27.00
MANO DE OBRA						
ING	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0008	0106 CUADRILLA GENERAL B	JOR	0.0756	124.28 FB.05/93	9.40	69.53
	0023 HERRAMIENTA	XP	0.0500	9.40	0.47	3.48
Subtotal:					9.87	73.00
COSTO DIRECTO:					13.52	100.00
PRECIO UNITARIO:					13.52	/ M2

Clave: TYNVC

TRAZO Y NIVELACION EN TERRENO PLANO, PARA DESPLANT  
E DE ESTRUCTURAS, ESTABLECIENDO EJES AUXILIARES,  
PASOS, REFERENCIAS DEFINITIVAS, CRUCETAS CON EQUIP  
O TOPOGRAFICO.

Unidad:M2

MATERIALES						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0038	CALHIDRA	KG	0.2000	0.25 FB.01/93	0.05	1.97
0048	SARROTE 1 1/2"x4"x8"	PT	0.0013	3.50 FB.01/93	0.00	1.90
0049	BUELA 3/4"x4"x8"	PT	0.0009	3.00 FB.01/93	0.00	0.00
0043	HILLO PLASTICO	ML	0.3300	0.05 FB.01/93	0.02	1.59
0042	REXOR C/R (ESM. ALKIDALICO)	LT	0.0026	16.30 FB.01/93	0.04	3.17
0041	VARILLA 6-42 1/2"	TON	0.0001	1,463.38 FB.01/93	0.15	11.90
COAUX	0105 CONCRETO F'c=100.	M3	0.0010	186.84 FB.05/93	0.19	15.08

Subtotal: 0.45 75.71

MANO DE OBRA						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOC66	0085 CUADRILLA GENERAL 6	JOR	0.0025	239.74 FB.01/93	0.60	47.62
MOC61	0080 CUADRILLA GENERAL 1	JOR	0.0020	56.20 EN.01/93	0.11	8.73
	0023 HERRAMIENTA	2P	0.0300	0.71	0.02	1.59

Subtotal: 0.73 57.94

EQUIPO y HERRAMIENTA						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
0075	RENTA TRANSITO T-1	DIA	0.0020	18.50 FB.01/93	0.04	3.17
0076	RENTA NIVEL FIJO	DIA	0.0020	17.50 FB.01/93	0.04	3.17

Subtotal: 0.08 5.35

COSTO DIRECTO: 1.26 100.00  
PRECIO UNITARIO: 1.26 / M2

Clave: VACO1

VACIADO DE CONCRETO RN(1) Y TPA 20 MM, FABRICADO  
CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACARREO Y  
DESCARGA EN ZAPATAS DE CIMENTACION.

Unidad:M3

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
CAC04 0108 CONCRETO F'c= 200.	M3	1.0500	232.54 FB.05/93	244.17	81.65
0001 AGUA	M3	0.0300	19.70 FB.01/93	0.59	0.20
0044 CURAFEST ROJO	LT	1.0000	2.89 FB.01/93	2.89	0.97
				=====	
			Subtotal:	247.65	82.79

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
MOC62 0081 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	0.3077	125.00 FB.01/93	38.46	12.66
0023 HERRAMIENTA	TP	0.0500	38.46	1.92	0.64
				=====	
			Subtotal:	40.38	13.50

**EQUIPO y HERRAMIENTA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
EQP02 0103 VIBRADOR DE CHICOTE 4 HP	HR	0.6666	16.65 FB.05/93	11.10	3.71
				=====	
			Subtotal:	11.10	3.71

COSTO DIRECTO: 299.13 100.00  
PRECIO UNITARIO: 299.13 / M3

Clave: VAC02

VACIADO DE CONCRETO RH(1) Y 1HA 20 MM. FABRICADO  
 CON REVOLVEDORA, INCL: VIBRADO, CURADO, ACARRO Y  
 DESCARGA EN CADENAS DE F'C= 200 KG/CM2 CON SECCION  
 DE 15X20 CM.

Unidad:MS

**MATERIALES**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
CA004 0108 CONCRETO F'C= 200.	MS	1.0500	232.54 FB.05/93	244.17	57.42
0001 AGUA	MS	0.0300	19.70 FB.01/93	0.57	0.14
0044 CURAFEST ROJO	LT	1.0000	2.89 FB.01/93	2.89	0.68
				=====	
Subtotal:				247.65	58.24

**MANO DE OBRA**

INS DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CO
M0652 0081 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	1.3793	125.00 FB.01/93	172.41	40.55
0023 HERRAMIENTA	2P	0.0300	172.41	5.17	1.22
				=====	
Subtotal:				177.58	41.75

COSTO DIRECTO: 425.23 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 425.23 / MS

ME.18/93

Hoja: 0061

Clave: YESO1

APLANADO Y ENBOQUILLADO CON TODOS LOS MATERIALES Y,  
MANO DE OBRA, INCL: ACARREOS, ELABORACION DE MORTE  
RO Y TERMINADO DE LA SUPERFICIE HASTA 3.00 M DE  
ALTURA CON YESO A REGLA Y NIVEL.

Unidad:M2

MATERIALES						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
CMO2	001 MORTERO DE YESO Y AGUA.	M3	0.0330	222.75 FB.05/93	7.35	34.65
	0001 AGUA	M3	0.0015	19.70 FB.01/93	0.03	0.14
CGW1	0111 ANDAMIO PARA MURO.	M2	0.5000	2.06 FB.05/93	1.03	4.86
Subtotal:					8.41	39.65
MANO DE OBRA						
MS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MCCG	0106 CURSILLA GENERAL B	JOR	0.1000	124.29 FB.05/93	12.43	58.60
	0023 REPRAMIENTA	XP	0.0300	12.43	0.37	1.74
Subtotal:					12.80	60.35
COSTO DIRECTO:					21.21	100.00
PRECIO UNITARIO:					21.21	/ M2

Clave: VAC04

VACIADO DE CONCRETO RM(1) Y TMA 20 MM, FABRICADO  
 CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACERSEOS  
 DESCARGA EN LOSAS PRIMER NIVEL F'c= 200 KG/CM2.

Unidad: M3

## MATERIALES

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
CAC04	0103 CONCRETO F'c= 200.	M3	1.0500	232.54 FB.05/93	244.17	76.93
	0001 AGUA	M3	0.0336	19.79 FB.01/92	0.59	0.19
	0044 CURAFEST ROJO	LT	1.6666	2.89 FB.01/93	2.89	0.93
Subtotal:					247.65	80.11

## MANO DE OBRA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
HOC02	0081 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	0.4000	125.00 FB.01/93	50.00	16.17
	0023 HERRAMIENTA	OP	0.9300	50.00	1.50	0.49
Subtotal:					51.50	16.65

## EQUIPO y HERRAMIENTA

INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
EDF02	0102 VIBRADOR DE CHICOTE 4 HP	HR	0.2000	16.65 FB.05/93	9.97	3.22
Subtotal:					9.99	3.23

COSTO DIRECTO: 309.14 100.00  
 PRECIO UNITARIO: 309.14 / M3

Clave: VAC03

VACIADO DE CONCRETO (R11) Y TMA DE 20 MM. FABRICA-  
DO CON REVOLVEDORA. INCL: VIBRADO, CURADO, ACARREO  
Y DESCARGA EN CADENAS DE CERRAMIENTO DE F'C= 200  
KG/CM2 CON SECCION DE 12X20 CM.

Unidad:MS

MATERIALES						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
CAC04	0108 CONCRETO F'C= 200.	MS	1.0500	232.54 FB.05/93	244.17	56.70
	0001 AGUA	MS	0.0300	19.70 FB.01/93	0.59	0.14
	0044 CURAFEST ROJO	LT	1.0000	2.89 FB.01/93	2.89	0.67
Subtotal:					247.65	57.50

MANO DE OBRA						
INS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	IMPORTE	% CD
MOG2	0081 CUADRILLA GENERAL 2	JOR	1.4215	125.00 FB.01/93	177.69	41.26
	0023 HERRAMIENTA	IP	0.0300	177.69	5.33	1.24
Subtotal:					183.02	42.50

COSTO DIRECTO: 430.67 100.00  
PRECIO UNITARIO: 430.67 / MS