



00141 $\frac{1}{2}$
ej.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**PREFABRICACION A PIE DE OBRA
CON
SUELOCIMENTO**

**TESINA QUE PRESENTA LUIS FERNANDO ZAPATA MONTALVO
PARA OBTENER EL DIPLOMA DE :
ESPECIALISTA EN PREFABRICACION E INDUSTRIALIZACION DE EDIFICIOS**

1994



**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E
INVESTIGACION
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A mis amados padres que por su cariño, estímulo y comprensión, me apoyaron incondicionalmente para la realización de esta investigación fruto de una semilla sembrada.

RECONOCIMIENTO

RECONOCIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento al Arq. Raúl Sánchez Mora, cuyas opiniones, sugerencias y aportaciones, contribuyeron a que este trabajo se desarrollara en los términos más claros posibles.

Hago patente mi reconocimiento para:

Dr. Fernando López Carmona

Dr. Gerardo Oliva Salinas

Mtro. Francisco Reyna Gomez

Dr. Jose Diego Morales Ramirez

cuyas aportaciones dieron forma a los capítulos correspondientes y evitaron explayamientos innecesarios a fin de que esta investigación resultara lo más breve posible. Sin detrimento de las ideas centrales.

Mi sincero agradecimiento a mis compañeros y a las personas que me manifestaron su apoyo, y compartieron conmigo, de alguna manera, su interés por la presente investigación.

PROLOGO

PROLOGO

Todos los lazos que nos unen con los diferentes conceptos de la arquitectura, herencia de nuestros antepasados, proceden de la naturaleza, que se ha modelado, y que le proporciona un rostro a la Arquitectura de México. La naturaleza es la que actúa sobre nosotros a través de lo que sabemos de la arquitectura del pasado, y es gracias a ella por lo que ésta, subsiste tan viva, y actúa sobre nosotros.

Mirar hacia el pasado, afinar su sensibilidad, dejarse influir por cualquier elemento vivo que nos rodea, sin preocuparse de las fuentes de inspiración, y dejar hablar a la intuición enriquecida por la experiencia en el momento en que sea necesario adoptar una solución y conferirle una forma; parece ser el camino hacia la verdadera creación. Cuando no puede vincularse con una tradición sólida originada en las lejanas fuentes profundas del país, cualquier trabajo resulta de corto alcance.

La arquitectura Mexicana se vincula de manera indivisible a la naturaleza que la sustenta, al pasado que le apasiona y el presente o el futuro que le persigue. La acertada combinación de estos factores le proporciona su rostro, que a pesar de estar en perfecto acuerdo con las ideas de la Arquitectura moderna, posee un carácter personal y seductor.

La respuesta hacia la búsqueda de una identidad con la arquitectura de hoy, está en el encuentro de nuestro pasado, Arquitectura pura, herencia de nuestros sabios maestros.

ARQ. LUIS FERNANDO ZAPATA MONTALVO

“ Estábamos en el cerrito, apenas el año pasado vinimos. Primero hicimos este cuartito y lo tapamos con ramas, después este otro y después la cocinita. Ansina mesmo antes no teníamos nada, pero poco a poco hemos conseguido materialito.

Primero teníamos un jacalito de pencas a donde uno está arrejuntado y cuando tiene uno dinero lo rinueva. En tiempo di aguas se arrinconan uno en un lugar, lo primero es que el maicito no si moje.

Como sia si puede vivir cuando uno guarda su comida y no si moja. Si viene el agua y si moja uno, luego dice :
¿ Pos di que murió el señor? Pos di agua, estaba calentito, si mojó y si murió”.

INDICE

CAPITULOS**INDICE****PAGINAS**

RECONOCIMIENTO

PROLOGO

I .- INTRODUCCION	1
II .- OBJETIVOS	
A.- Objetivos generales	3
B.- Objetivos específicos	3
III.- DIAGNOSTICO	
A .- ANTECEDENTES HISTORICOS	5
B.- SUELO Y CEMENTO	
1.- Suelo.....	9
2.- Propiedades elementales y constituyentes básicos.....	10
3.- Identificación y selección de suelos para estabilizar.....	12
4.- Cemento	13
C.- CLIMAS Y YACIMIENTOS EN MEXICO	
1.- Regiones y climas	14
2.- yacimientos.....	15

CAPITULOS**PAGINAS****D.- SUELO CEMENTO**

1.- Suelo cemento (Generalidades).....	16
2.- Estabilización del suelo.....	17
3.- Métodos de estabilización.....	20
4.- Características del Suelo cemento.....	22
5.- Pruebas de campo y laboratorio	23

E.- FABRICACION DE SUELO CEMENTO A PIE DE OBRA

1.- Fabricación a pie de obra.....	29
2.- Zona de fabricación.....	30
3.- Preparación de la tierra y mezclado	32
4.- Fabricación de bloques de Suelo cemento.....	35
a.-) Método manual.....	35
b.-) Método mecánico.....	39
5.- Características de los bloques macho - hembra	41

F.- SISTEMA CONSTRUCTIVO

1.- Sistema.....	47
------------------	----

CAPITULOS**PAGINAS****G.- CONSTRUCCION**

1.- Cimentación.....	51
2.- Muros.....	55
3.- Pisos.....	56
4.- Cubiertas.....	60
5.- Cadenas de desplante y cerramientos.....	63
6.- Impermeabilización.....	64
7.- Puertas y ventanas.....	65
8.- Tuberías de instalación.....	65
9.- Acabados.....	65

IV.- PROYECTO

1.- Descripción del proyecto	68
2.- Planta	70
3.- Cortes	71
4.- Fachada	72

V.- CONCLUSIONES.....	73
-----------------------	----

VI- BIBLIOGRAFIA.....	75
-----------------------	----

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas de México, que surgen a la vista, es el de la pobre e inadecuada vivienda en que habita la gente del campo.

La arquitectura popular ocupa un lugar preponderante pero, por diversas causas, como la falta de una orientación adecuada, o la influencia negativa de los comerciantes de la construcción, en los centros de población rural ha surgido un fenómeno de imitación hacia las construcciones de la ciudad, originando construcciones de distinta naturaleza, en las que se pierde la tradición en la arquitectura de cada región, no aprovechando debidamente las ventajas de una construcción racional, lograda con la aplicación de los adelantos de la construcción.

El medio rural, ha obligado al campesino a desarrollar su ingenio para resolver problemas que por falta de materiales o de conocimientos no se pueden solucionar por los medios habituales a los que suele recurrir en zonas urbanas.

La autoconstrucción, es una de las actividades más antiguas del hombre, y sigue rezagada dentro de una tecnología de producción y organización artesanal en muchos países.

OBJETIVOS

A .-OBJETIVOS GENERALES

Aportar un conjunto de conocimientos inherentes a la utilización del suelocemento como material de construcción a pie de obra, en donde las condiciones y características de la vivienda, del tipo de suelo, de la mano de obra , etc. así lo permitan. En beneficio de la comunidad rural.

Proponer algunas soluciones técnicas, para que en la investigación se desarrolle una solución constructiva mediante la técnica de la aplicación de las tierras estabilizadas con cemento, y que al recurrir a la asistencia técnica de construcción que por lo regular será por ayuda mutua ó esfuerzo propio, dados los escasos recursos económicos, sirva como guía o consulta.

La investigación no pretende constituir un manual, solo busca dar una visión global en torno a esta tecnología.

B.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Realizar un análisis histórico de las construcciones hechas con tierra y suelo - cemento.
- b) Estudiar los tipos de suelo para determinar su posible y adecuada estabilización.
- c) Identificar los equipos y maquinarias disponibles, para la producción de componentes de suelocemento.
- d) Analizar un sistema constructivo con componentes de suelocemento.
- e) Desarrollar el proceso de producción de componentes en sitio.
- f) Obtención de resultados.

DIAGNOSTICO

A.- ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde sus orígenes, el hombre se ha visto en la necesidad de protegerse, de las inclemencias de la naturaleza, de los ataques de los animales, y del mismo hombre ,protegiéndose en cuevas, y que con el tiempo fue evolucionando, dando origen a las primitivas técnicas de construcción.

Existe la evidencia de que la construcción con bloques de tierra secados al sol ya se empleaba a finales del periodo neolítico. La piedra y la madera fueron utilizados simultáneamente con la tierra, pero estos materiales se reservaban para edificios importantes, mientras que la tierra se empleaba para fortificaciones y habitaciones.

En Roma la construcción con tierra fue desplazada a los suburbios por la falta de espacio en las ciudades que tendían a crecer mucho. Plinio menciona construcciones de tierra de 250 años construídas en Africa y España.

En Babilonia, se utilizó un estabilizador natural a base de asfalto y en Asiria, las paredes se construían con bloques de tierra húmedos, sin mortero, y demostraron ser resistentes después de secarse.

En Persia los bloques de tierra se colocaban con ayuda de mortero de la misma tierra, también se empleaba la tierra para techos, sobre vigas de madera se colocaban cañas o ramas, tierra mezclada con agua cubierta de asfalto natural impermeabilizante.

En Egipto, los adobes se emplearon con la hechura de plantas elípticas hasta llegar a las estructuras rectangulares, estas últimas forzadas por la creciente demanda de bloques de tierra rectangulares. A Egipto se le atribuye el uso de bloques de tierra para la edificación de arcos.

En la Antigüedad y la Edad Media, surgieron construcciones hechas con tierra apisonada . Al igual que se hizo en otras localidades de la India y Asia. En Paquistán se descubrieron las ruinas de un edificio construído con tierra, de aproximadamente tres mil años.

En Francia y Rusia, durante los siglos XVIII Y XIX se popularizó la construcción con tierra apisonada, Prohibiéndose la utilización de la madera, por temor a los incendios.

Antes de la llegada de los españoles en América, existían construcciones de adobe. Esta técnica era empleada desde México hasta los países de la América precolombina. Durante la época prehispánica, la tierra se empleaba para hacer habitaciones, mientras que la piedra y la madera tenían uso en los centros ceremoniales, sin embargo, los vestigios de construcciones con tierra son escasos; se pueden citar las ruinas de Casa Grande, Arizona y la cultura de los pueblos.

A lo largo de los siglos, durante la colonia y después en la independencia, en las zonas agrícolas y rurales fue característica la construcción con adobe.

Desde 1952 funciona en Colombia el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA) , auspiciado por Naciones Unidas; donde se han efectuado estudios para la práctica de la construcción con suelocemento.

En México, existió el Instituto Nacional de la Vivienda, que realizó en sus laboratorios estudios sobre la aplicación de la tierra al problema habitacional del país.

El Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA) establecido por la Secretaría General de la O.E.A. en 1951 en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, como parte del programa de Cooperación Técnica de la Organización de los Estados Americanos, inició e impulsó, con éxito la utilización del suelocemento en Sudamérica, con edificaciones de tipo experimental, dando la pauta a otros países para introducir y desarrollar este tipo de material para construcción. Pueden citarse como ejemplos los trabajos y experiencias obtenidas por las siguientes naciones :

ARGENTINA :

- . Construcción de una casa piloto en la localidad de San José, en la Sierra de Córdoba.
- . La dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires propuso dar viviendas adecuadas a los moradores de los canales que atraviesan gran parte del territorio, ensayando el uso del suelocemento en construcciones sobre la zona del canal No. 16 en el partido del Saladillo.

COLOMBIA :

- . Vivienda experimental construida por CINVA en 1957 con suelocemento, en la vereda de Chambimbal, municipio de Buga, Departamento del Valle del Cauca.
- . Vivienda experimental, construida por el Instituto de Crédito Territorial de Colombia y el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento, en Bogotá, para programas de Ayuda Mutua y Esfuerzo Propio.
- . En 1956 CINVA y la dirección de Educación Campesina del Ministerio de Educación de Colombia. Iniciaron el Proyecto Piloto de San Jerónimo (Antioquía) construyendo una casa piloto para atacar el problema de la vivienda rural.
- . Construcción de un conjunto de casas en Calcedonia (Valle).
- . Construcción de una escuela rural en la vereda " El Salitre ", municipio de Tabio, del Departamento de Cundinamarca.
- . Construcción de una escuela rural en la vereda de Sancio, Municipio de Chocontá.

VENEZUELA :

- . Edificación de un conjunto de viviendas en Caracas, lográndose casas con un buen material y acabados.
- . Construcción de una casa para demostración en los terrenos de la Escuela Práctica de Agricultura por Dirección de Salud Pública.

BRASIL :

- . En el Brasil se han realizado varias obras, con muros de suelocemento, financiadas por la Asociación Brasileña de Cemento Portland.

BOLIVIA :

- . Los yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, edificaron en su zona casas piloto.

CHILE :

- . Construcciones experimentales con suelocemento, realizadas por el Centro Científico de la vivienda, de la Universidad de Chile.
- . El Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización (Inditecnor), con la colaboración del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Católica de Chile, realiza investigaciones sobre suelocemento.

MEXICO :

- . El Instituto Nacional de la Vivienda, construyó en 1968 dos casas tipo, una para la zona montañosa del país, y la otra para el Estado de Yucatán, con solución a base de muros de suelocemento.
- . En el sector de El Rodil en Tres Marías, se realizó un programa de 12 viviendas financiadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- . En el Estado de Guerrero, en la desembocadura del Río Balsas se construyeron 137 casas para campesinos.
- . Concepto, S.C. en colaboración con el INFONAVIT, desarrolló un sistema de vivienda modular llamado GEO MORADA, construyendo en Zacatecas para el Instituto de la Vivienda de Zacatecas con el apoyo del Gobierno del Estado, núcleos de 6 viviendas, llegando a construir 170 viviendas en total.
- . INFONAVIT, continua investigando la estabilización de tierras con cemento, para proponer más soluciones al creciente PROBLEMA de la HABITACION RURAL.
- . FOVI realizó un experimento en la delegación de Atzacapozalco D.F. en combinación con el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, construyendo una casa totalmente a base de suelocemento.
- . Existe el interés por parte del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto IMCYC, de encaminar la investigación para la elaboración de productos de suelocemento, en forma industrial, que se destinarían a la construcción.
- . Las zonas rurales de Morelos han sido las más beneficiadas. En varios poblados, se crearon cooperativas para autoconstrucción.

B.- SUELO Y CEMENTO

1.- SUELO

El suelo se puede definir como un material trifásico compuesto por una fase sólida, una líquida y otra gaseosa, producto de la transformación de los materiales primarios subyacentes, bajo la influencia de procesos de desintegración, provocados por condiciones atmosféricas, vida animal y vegetal, y por la acción misma del ser humano.

El suelo, para efectos de manejo y dependiendo de su textura, también puede ser clasificado en pesados y ligeros. Los suelos pesados, están compuestos por arenas y gravas que forman partículas resistentes, poco solubles en el agua, que al agregarles cemento y agua, no se logra una adecuada cohesión, y los suelos ligeros, están compuestos de granos finos, como la arcilla y el limo, que al ser mezclados con cemento y agua, se produce una fuerte cohesión entre las partículas.

Los sistemas de clasificación dividen a los suelos en tres grupos: de grano grueso, de grano fino y de estructura orgánica. La textura del suelo se refiere a la composición del mismo en grupos de partículas de diferentes tamaños.

La proporción de arena, limo y arcilla determinará la clase de suelo. Para distinguirla, se utilizan los siguientes signos convencionales:

- a) Arcilloso : 60 % de arcilla, 20 % de arena y 20 % de limo.
- b) Franco - arcilloso : 40 % de arcilla, 30 % de arena y 30 % de limo.
- c) Franco : 20 % de arcilla, 40 % de arena y 40 % de limo.
- d) Franco - arenoso : 15 % de arcilla, 65% de arena y 20 % de limo.
- e) Arenoso : 5 % de arcilla, 90 % de arena y 5 % de limo.
- f) Franco - limoso : 15 % de arcilla, 20 % de arena y 65 % de limo.
- g) Limoso : 10 % de arcilla, 5 % de arena y 85 % de limo.

2.- PROPIEDADES ELEMENTALES Y CONSTITUYENTES BASICOS

- a) **COHESION** : Se atribuye a las fuerzas de atracción molecular, que obliga a que las superficies de las partículas de las arcillas entren en contacto. La cohesión se presenta con la existencia de cierta cantidad de agua, propiedad que es importante en la estabilización, ya que puede alterarse y mejorarse con tratamientos adecuados.
- b) **COMPRESIBILIDAD** : Es la propiedad que poseen ciertos suelos, de reducir su volumen al actuar sobre ellos una determinada carga, la cual disminuye la cantidad de vacíos y la porosidad del suelo.
- c) **ESTRUCTURA** : Es el arreglo o disposición que adoptan las partículas minerales para dar lugar al conjunto llamado suelo.
- d) **ELASTICIDAD** : Propiedad mediante la cual el suelo recupera todo o casi todo su volumen anterior al dejar de ser aplicada una carga sobre el.
- e) **PLASTICIDAD** : Es la capacidad que poseen ciertos suelos de formarse sin presentar agrietamiento.
- f) **CONSISTENCIA** : Es el grado de adherencia entre las partículas de suelo relacionado con la resistencia a las fuerzas que tienden a deformar o destruir su estructura. Dependiendo del grado de humedad.
- g) **CAPILARIDAD** : Propiedad de absorber humedad en cualquier dirección ; la cantidad de agua capilar está relacionada con la dimensión y número de los vacíos existentes en el suelo. Cuanto más fino es un suelo, mayor será su capilaridad, dentro de ciertos límites, debido al mayor número de conductos que contienen partículas de agua.
- h) **TEXTURA** : Es el tamaño, forma y porcentaje de las partículas del suelo y se determina por el análisis granulométrico.
- i) **ARENA** : Es el elemento estructural e inerte del suelo, que es estable cuando se halla húmeda y viceversa. Tiene fricción interna elevada, no tiene cohesión y su plasticidad es nula. Es permeable y se comprime instantáneamente al aplicar una carga en su superficie.

- j) LIMO : El tamaño de sus granos no se distingue a simple vista, pero se les siente arenosos al tacto. Su cohesión y fricción interna son reducidas, es susceptible de cambiar de volumen al ser trabajado y difícil de compactar. Sus partículas finas se mantienen juntas cuando se comprimen en estado húmedo. Demasiada humedad hará que se esponje, pero que no se pegue.
- k) ARCILLA : Es la parte activa del suelo y le confiere importantes propiedades, tanto en el aspecto físico como en el químico. La arcilla por su elevada plasticidad adopta la forma adecuada o deseada. Es un material suave al tacto y pegajoso cuando está mojado. La arcilla seca absorbe un considerable porcentaje de agua con notable aumento de volumen; Es virtualmente impermeable y se comprime muy lentamente al aplicar una carga en su superficie, una estabilización adecuada provee la cohesión del suelo. Se comporta como liga entre los elementos más gruesos del suelo.

3.- IDENTIFICACION Y SELECCION DE SUELOS PARA ESTABILIZAR

Prácticamente todos los suelos pueden ser empleados para producir suelocemento con la lógica excepción de la capa vegetal, Sin embargo, cuando se requiere ejecutar una mezcla con calidad y consumo mínimo de cemento, el número de suelos aptos se reduce.

Los suelos aptos son aquellos que tienen un contenido proporcional de suelos de grano grueso y grano fino, sin predominio excesivo de un determinado tamaño. De igual forma que su plasticidad aporte una adecuada cohesión a la mezcla, sin que se produzcan agrietamientos por contracción.

El contenido óptimo de humedad adecuado para la estabilización, es aquel cuyo contenido fluctue entre el 10 y 14% ; las tierras arcillosas que no resultan adecuadas para estabilizarlas, tienen por lo general un contenido de humedad entre 15 y 25 %.

Los terrenos más arcillosos son los que presentan mayor cohesión con elementos más gruesos, el problema es su afinidad con el agua lo cual aumenta su volumen y causa retracciones y fisuras durante el proceso de secado.

Es conveniente el uso de suelos con bajo índice de arcilla, o de lo contrario será necesaria más agua para la mezcla, provocando mayores retracciones en el proceso de secado. Al aumentar la proporción de arena, pueden reducirse estas retracciones, sin embargo se provocará el aumento de porosidad y la disminución de la cohesión.

Con suelos aptos, el suelocemento debe ser estable en la contracción, tener una absorción de agua adecuada y alcanzar las resistencias necesarias en el menor tiempo.

4.- CEMENTO

El uso del cemento ha adquirido tal extensión, que su aplicación en la construcción es tan importante que la producción de cemento en un país es junto con la de energía, y la del acero uno de los índices con que frecuentemente se evalúa el desarrollo industrial de un país.

Se hace mención exclusivamente del cemento Portland por ser la base y origen de todos los demás. Sus componentes se derivan de la acción de los elementos primarios crudos que entran en el proceso de fabricación cuando se tratan en hornos a una temperatura próxima a los 1450 °C.

Como consecuencia de las reacciones que se producen, resultan para el cemento ciertos componentes como el yeso y el aluminato tricálcico, que son estables mientras permanecen secos o en estado anhidro. Cuando se agrega agua comienza la hidratación progresiva de sus partículas.

Sin la presencia del yeso, el endurecimiento del cemento se produciría con demasiada rapidez y las pastas formadas no serían manejables.

Si no existiese en el cemento el aluminato tricálcico, acelerador del fraguado, aquella acción sería innecesaria, pero en la naturaleza no existen materias primas aptas para la fabricación del cemento desprovistas por completo de este elemento.

Entonces el fraguado es el período del proceso de endurecimiento, durante el cual la pasta de cemento toma tal consistencia que resiste a una ligera presión.

C.- CLIMAS Y YACIMIENTOS EN MEXICO

En México, de acuerdo a las particularidades climáticas y creencias sociales, existe una marcada definición de las características arquitectónicas:

a.-) EL ALTIPLANO: Comprende los estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán, Querétaro, Hidalgo, Edo. de México, Tlaxcala y Puebla. En esta región, el clima predominante es extremo, de altura y con un aspecto semidesértico.

b.-) EL DESIERTO: Ocupa los estados del norte del país, comprendiendo las Californias, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango y parte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Es una región de radiación solar muy intensa y con lluvias escasas, siendo en consecuencia la más adecuada para el empleo de sistemas de Suelo cemento.

c.-) LA COSTA: Es la región que incluye los extensos litorales del Pacífico y del Atlántico con climas y poblaciones muy variados, independientemente que se conserva una gran semejanza dentro de los sistemas constructivos.

d.-) EL SURESTE: Comprende los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y parte de Chiapas y Oaxaca con climas variados secos, subtropicales y tierras bajas.

Según el Censo de Población de 1980, el 36 % de la vivienda en México, estaba construido con base en adobe o tierras comprimidas; el 52 % con elementos de concreto y barro cocido y el 12 % restante con elementos variados de construcción.

ESTADO	T 1	E 2	C 3	N 4	I 5	C 6	A 7	S 8
AGUASCALIENTES	X					X		
BAJA CALIFORNIA	X	X	X	X				
CAMPECHE	X		X	X				
COAHUILA	X	X	X	X				
COLIMA	X	X	X					
CHIAPAS	X	X		X		X		
CHIHUAHUA	X	X	X		X			
DURANGO	X	X	X	X	X			
EDO DE MEXICO	X	X	X	X			X	
GUANAJUATO		X	X	X				
GUERRERO	X	X		X		X		
HIDALGO	X	X	X				X	
JALISCO	X	X	X	X				
MICHOACAN	X	X	X	X				
MORELOS	X	X	X	X				
NAYARIT	X	X	X	X				
NUEVO LEON	X	X	X	X	X			
OAXACA	X	X	X	X				
PUEBLA	X	X	X	X	X			
QUERETARO	X	X	X	X				X
QUINTANA ROO								
SAN LUIS POTOSI	X	X	X	X				
SINALOA	X	X	X	X				
SONORA	X	X	X	X	X			
TAMAULIPAS	X	X	X	X				
TABASCO	X		X	X				
TLAXCALA	X	X	X	X	X			
VERACRUZ	X	X	X	X	X			
YUCATAN	X		X					
ZACATECAS	X	X	X	X				

1.- Barro y lodo como aglutinante 4.- Teja

2.- Adobe en muros

3.- Tabique en muros

7.- Bloques de tepetate

5.- Tapial

6.- Ladrillo

D.- SUELO CEMENTO

1.- SUELOCEMENTO

El suelocemento es el resultado de una mezcla de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento Portland y agua, que se compacta para obtener densidades altas y curado durante un tiempo determinado, obteniendo un material resistente a los esfuerzos de compresión, es prácticamente impermeable, termoaislante y estable.

Construir con suelocemento implica una elección fundamental entre :

- a) Utilización de la tierra disponible en el lugar y diseñar el proyecto, o tomar en cuenta las propiedades del material.
- b) Obtención de tierra de mejor calidad.
- c) Mejoramiento de las características de la tierra local.

Al desarrollar una investigación de la tecnología del suelocemento y su aplicación en la construcción , permite reevaluar esta tecnología y retomar las experiencias que ven los programas oficiales educativos de salud y de vivienda que se han venido realizando en esta materia y que exitosamente se han manejado en lugares como la India, Uganda, Rhodesia, Israel, Birmania, Francia y Colombia, para resolver problemas semejantes al de México.

La construcción con suelocemento, representa una tecnología tradicionalmente manejada por la comunidad, que permite reproducir fácilmente su aplicación a cualquier tipo de obras en la comunidad rural.

2.- ESTABILIZACION DEL SUELO

La estabilización de un suelo, es el conjunto de procedimientos que permiten mejorar las características del mismo. Un procedimiento de estabilización puede ser definido como un método físico, químico o fisicoquímico que le permite a un suelo satisfacer en forma adecuada las exigencias que impone su utilización en la construcción.

El objeto de la estabilización consiste en hacer tierra menos vulnerable a las variaciones del contenido de humedad, modificando sus características físicas para dar mayor durabilidad y resistencia al material y, sobre todo, evitar que la tierra se convierta en barro y se desmorone al mojarse.

El procedimiento consiste en extraer tierra del terreno, pulverizarla, adicionarle algún agente estabilizante, y humedecerla hasta obtener un grado de humedad cercano al óptimo, a fin de alcanzar el mayor peso unitario posible, y finalmente someterlo a fuerte presión por medios manuales o mecánicos para procurar restituirle su cohesión primitiva.

Para resolver un problema de estabilización, es necesario conocer :

- a) Las propiedades de la tierra por tratar.
- b) Los productos, materiales o procedimientos a utilizar.
- c) Las diversas tecnologías de construcción por emplear.
- d) Los costos y tiempo de realización de la obra.
- e) Las condiciones de mantenimiento de la obra en servicio.

Cuando los suelos no satisfacen las características necesarias para la producción de suelocemento, ya sea por exceso o defecto de alguna fracción (fina o gruesa), siempre es posible añadir otro tipo de suelo para lograr la mezcla deseada. Mejorar la calidad del suelo implica mejorar la resistencia a :

- . La lluvia y los vientos.
- . El agua estancada.
- . La compresión.
- . La flexión.
- . La contracción.
- . La abrasión, etc.

Más de 130 productos, naturales y sintéticos, han sido inventariados, pero los productos más utilizados y más conocidos son :

- . El cemento.
- . La cal.
- . El asfalto

La elección del estabilizante dependerá de un gran número de factores, pero principalmente de la granulosidad y de la plasticidad de la tierra.

Hay que tener cuidado en la optimización de la dosificación en función de la tierra, ya que es frecuente obtener disminución de la calidad del producto para ciertas dosificaciones. Esta dosificación puede ser determinada tanto en laboratorio como en la obra con algunos ensayos simples de corta duración.

Teniéndose la clasificación granulométrica del suelo, el principal problema que se puede presentar es el determinar si la tierra es fácil de estabilizar, y cuál sería aproximadamente la cantidad de cemento requerida para su proceso.

Los suelos adecuados deben estar compuestos de arena, limo y arcilla, en proporciones que contengan como mínimo 45 % de arena y 55 % de limo y arcilla, de tal forma que den suficiente cohesión a la mezcla; los suelos que contienen arcilla en cantidades superiores al 25 %, tienden a agrietarse y a contraerse con los cambios de humedad durante el secado.

Estos porcentajes son aproximados, ya que se pueden presentar suelos con proporciones que son diferentes a los indicados y que, producen resultados favorables; lo cual se debe determinar mediante procedimientos elementales y sencillos.

La elección del suelo a estabilizar deberá hacerse conforme a las proporciones ya indicadas y con pruebas que demuestren cual es su comportamiento real o previsible dentro de los límites de seguridad.

La determinación del porcentaje de cemento a agregarse se efectúa experimentalmente variando la proporción de su volumen entre 4.75 % y 12.5 %, siempre y cuando se utilice la misma clase de suelo.

Para suelos arenosos se varía la cantidad del cemento que va del 4.75 % al 9.10 % y para suelos limosos, del 8.35 % al 12.5 %. Por lo que se refiere a su empleo en suelos arcillosos, ya no es recomendable desde el punto de vista económico, puesto que demandan cantidades demasiado altas de este aglomerante.

Normalmente entre un 6 % a un 12 % de cemento (del peso del suelo) da buenos resultados. Ciertos suelos no requieren más de un 3 %, en general, un 6 % de cemento proporciona un producto de buena calidad.

Se requiere que exista una fusión de las partículas del suelo, por lo que es necesario reducir el material a un diámetro menor de 5 mm. La presencia de un 50 % de partículas de suelo mayores a este diámetro reducirá la resistencia final del material en un 50 %, el cemento se agrega para disminuir la expansión lineal que ocurre cuando el agua alcanza a las partículas de arcilla, el cemento Portland ordinario o de clase análoga es el más adecuado ya que es el material que mejores resultados presenta entre otros.

La mayoría de los suelos son susceptibles de ser estabilizados con cemento, excluyendo aquellos con un alto contenido orgánico, salitres y arcillas expansivas; en la práctica, se deben evitar suelos con un límite líquido superior al 50 % o aquellos cuyo contenido de arcilla sea mayor del 30 %.

3.- METODOS DE ESTABILIZACION

Los sistemas de estabilización deben cumplir con los siguientes requisitos :

- a) Utilizar como material básico la tierra.
- b) El material resultante deberá resistir a la acción de los agentes climáticos, accidentales, etc., conservando sus propiedades.
- c) El proceso debe permitir que en el material se desarrolle una fricción interna y cohesión para que pueda soportar satisfactoriamente las acciones a que estará sometido.

Puede considerarse la utilización de tratamientos químicos en donde el agente estabilizante provoque reacciones irreversibles. Agregando al suelo materiales principalmente bituminosos (asfalto, alquitrán) , produciendo en el, mezclas que con el tiempo permanezcan bastante estables y de gran resistencia a la penetración del agua.

Se recurre a la cal para estabilizar porque es muy abundante y es más económica que el cemento; pero su empleo práctico consiste en disminuir el índice de plasticidad de la tierra arcillosa, y reducir las contracciones, pero si es difícil obtener cemento o si su costo encarece demasiado, puede resultar aceptable si es que se produce una reacción química entre la cal y los silicatos o aluminatos que contenga la tierra; pero aun así, si ésta reacción se produjera sería lenta y los bloques tardarían por lo menos 6 semanas en fraguar o quizá más.

Se pueden emplear distintos métodos para la estabilización como :

- a) ESTABILIZACION POR ARMAZON : Estabilización mediante el uso de fibras como, paja, ocochal, huinumo, bagazo, fibra de coco, fibra de palma, boñiga, etc. como fibras naturales y celofán y fibra de vidrio como fibras artificiales.

La función de la fibra es la de formar un armazón interno que proporcione resistencia a la compresión y tensión, no permitiendo que la pieza se colapse.

b) ESTABILIZACION POR IMPERMEABILIZACION : El uso de impermeabilizante es tan antiguo como Babilonia, lugar donde se utilizaba para la producción de adobe resistente al agua, mezclando para su formación, paja y bitumen.

La función de las partículas microscópicas que forman la emulsión asfáltica es recubrir a las partículas de arcilla evitando que estas absorban agua.

La emulsión asfáltica lubrica las partículas que componen el suelo, no permitiendo que la arcilla actúe como proveedor de cohesión entre las partículas componentes del suelo.

El resultado es un producto de baja resistencia a la compresión con un alto grado de impermeabilidad.

c) ESTABILIZACION QUIMICA : Los desarrollos de la química permiten el uso de productos eficaces como agentes para la estabilización, pero generalmente mas costosos que otras formas de estabilización y obteniendo el mismo resultado.

Dentro de esta categoría se puede incluir el uso de resinas, melanina formaldeído, urea formaldeído, aminocuaternario, agentes poliméricos, catalizadores iónicos, polyuretano, latex, goma arábica, parafina, etc.

La función de los productos químicos es diferente en cada caso, algunos producen cambios químicos en la materia prima, otros actúan como cementantes, y otros más, como impermeabilizantes. Dado que la composición del suelo varía, el resultado es diverso, con la utilización de cada producto químico.

d) ESTABILIZACION POR CEMENTACION : El suelocemento representa la tradicional forma de estabilización por cementación. El uso del Suelo cemento ha sido aplicado en diversos horizontes de la construcción.

4.- CARACTERISTICAS DEL SUELOCEMENTO

El suelocemento es un material compuesto por la mezcla de suelo natural pulverizado y cemento Portland; la proporción de cada uno varía con la naturaleza del suelo, siendo de gran importancia el estudio de las características de éste.

Los suelos son un conjunto de partículas granulares con otras activas de diverso grado de plasticidad, la acción que en ellos produce el cemento es doble. Por una parte actúa como conglomerante de las gravas, arenas y limos desempeñando el mismo papel que en el concreto. Por otra parte, el hidrato de calcio, que se forma al contacto del cemento con el agua, libera iones de calcio que por su gran afinidad con el agua roban algunas de las moléculas de ésta.

El resultado de este proceso es la disminución de la porosidad y de la plasticidad así como un aumento de la resistencia y de la durabilidad.

Generalmente se emplean cementos de fraguado y endurecimiento normales. En algunos casos, para contrarrestar los efectos de la materia orgánica son recomendables los cementos de alta resistencia y si las temperaturas son bajas puede recurrirse a cementos de fraguado rápido o bien al empleo de aditivos.

Todos los suelos pueden ser estabilizados, pero si la estabilización ha de lograrse por aportaciones de otros suelos o por medio del cemento, el costo de la operación puede resultar excesivo si el suelo que se trata de corregir no cumple con determinadas condiciones. Con un suelo adecuado la estabilización con cemento resulta económica.

Pocas veces resultará indispensable corregir la granulometría con suelos de préstamo, pero si esto sucede, el suelo corrector debe ser sometido a las pruebas de aptitud y la mezcla debe llevarse a cabo con la máxima homogeneidad; condición de gran interés para todas las mezclas que exige la estabilización.

Cuando un suelo presenta resistencia suficiente para no sufrir deformaciones ni desgastes inadmisibles por la acción del uso o de los agentes atmosféricos y conserva además esta condición bajo los efectos climatológicos normales en la localidad, se dice que el suelo es estable.

5.- PRUEBAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

Se han realizado pruebas de laboratorio sobre este material, comparando los resultados con los de otros laboratorios extranjeros obteniendo excelentes resultados. Se han analizado también muestras de construcción de varios siglos que se encuentran en muy buen estado, y que de hecho son las mejores pruebas de laboratorio.

Si técnicamente se puede construir en tierra cruda o con tierra estabilizada, no debe descuidarse la importancia del diseño arquitectónico, que debe respetar la exigencia de estos materiales en función de sus características.

Se ha comprobado mediante pruebas que con muchas clases de tierras es posible satisfacer los requisitos más estrictos, adicionando un 5 % de cemento, y cuando se use una tierra en condiciones adecuadas basta con un 2.5 % de cemento para satisfacer las pruebas.

Los procedimientos o ensayos que pueden realizarse sin tecnología especializada y a pie de obra, más que clasificar los suelos, permiten identificarlos. Estos ensayos son útiles para poder llevar a cabo un control de calidad del suelo que se emplea en la mezcla. Se puede recurrir a diversos ensayos sensoriales tales como:

- a.-) PRUEBA DE OLOR: Utilizada para detectar la posible existencia de materia orgánica, tomando una muestra de material húmedo para poder encontrar materia orgánica, la que despide un olor a moho, éste olor se amplifica si se humedece o se calienta la muestra.
- b.-) PRUEBA DE MORDEDURA: Mordiendo una pizca de tierra y aplastándola ligeramente entre los dientes, si rechina desagradablemente, es un suelo arenoso, si rechina ligeramente es un suelo limoso, y si no rechina es un suelo arcilloso.
- c.-) PRUEBA DEL COLOR: Tomando material en estado seco, se humedece y se observa clasificándolo dentro de los posibles grupos:
 - C1.- Colores castaño oscuro, verde olivo o negro, son características de suelos orgánicos.
 - C2.- Blancos y grises suelen contener coral, calizos o yeso y son fácilmente erosionables.
 - C3.- Grises claros, contienen limos y carbonatos o ambos de calcio y son de débil cohesión.
 - C4.- Amarillos y ocre, contienen hidratos de carbono y suelen ser recomendables.
 - C5.- Rojos a castaño oscuro contienen óxido de fierro y son de buena calidad.

- d.-) PRUEBA DEL TACTO: Humedeciendo ligeramente una pequeña muestra de tierra y tomándola entre los dedos y oprimiéndola gradualmente hasta formar un cordón, si el cordón se forma fácilmente y permanece estable y largo, se trata de un suelo arcilloso; si se forma el cordón, pero se desbarata rápidamente, se trata de un suelo franco - arcilloso; y si no se puede formar el cordón es un suelo franco.
- e.-) PRUEBA VISUAL: A simple vista se puede tomar una idea de la proporción y del grueso de las partículas más voluminosas, y por deducción, las partículas más finas visibles, son las arenas de 0.08 mm. los granos de limo y de arcilla son invisibles.
- f.-) PRUEBA DE LA BOLA: Tomando una bola de tierra ligeramente húmeda, y cortándola en dos partes con un cuchillo, si la superficie de la muesca carece de brillo, el suelo es limoso; si la superficie es brillante, se trata de un suelo arcilloso plástico.
- g.-) PRUEBA DE LA MASA: Tomando una muestra a la cual se le quitan las partículas más gruesas, con diámetro mayor a 5mm., y amasándola entre los dedos y la palma de la mano, si se tiene una impresión de rugosidad, el suelo es arenoso, si se tiene una impresión menos acentuada y si la tierra húmeda tiene una plasticidad media, el suelo es limoso; si la tierra seca se presenta en terrones o en granos bastante voluminosos y ofrece una fuerte resistencia al aplastamiento, y si una vez humedecida, es plástica y se pega a los dedos, el suelo es arcilloso.
- h.-) PRUEBA DEL LAVADO: Si después de manipular tierra al lavarse las manos se tiene una impresión untuosa o jabonosa, y si es difícil enjuagarse, el suelo es arcilloso; si la tierra aparece polvosa y fácil de enjuagar, el suelo es limoso; si la tierra es fácil de enjuagar, es suelo arenoso.
- i.-) PRUEBA DE PENETRACION: Tomando una masa de tierra húmeda, pero sin apretar entre los dedos, se encaja una espátula, si hay que hacer fuerza para encajarla, y si al sacarla tiene tierra adherida, el suelo es muy arcilloso; si se puede introducir sin gran dificultad, y si al retirarla tiene tierra adherida, el suelo es medianamente arcilloso; si se introduce y se retira sin esfuerzo, aún cuando salga sucia el suelo es poco arcilloso.

j.-) PRUEBA DE SEDIMENTACION: Con la ayuda de una probeta, se introduce una pequeña porción de tierra, y agua, se agita y se deja en reposo por media hora. Al cabo de este tiempo se tendrán dos capas bastante definidas : una representativa de arena y la otra de arcilla. Si la capa de arena es del orden del 60 al 70 % del total, esa tierra será apta para estabilizarse.

En los laboratorios la humedad óptima para la compactación de un suelo se determina por medio de ensayos, en la obra puede estimarse tomando un puñado de mezcla y comprimiéndola fuertemente, ésta deberá adquirir forma y cohesión sin que se pegue a la mano ni se escurra el agua.

Se han realizado una serie de ensayos y pruebas de laboratorio y en campo con las cuales se verificó la composición granulométrica para obtener parámetros de proporcionamiento y sus resistencias obteniendo resultados muy favorables.

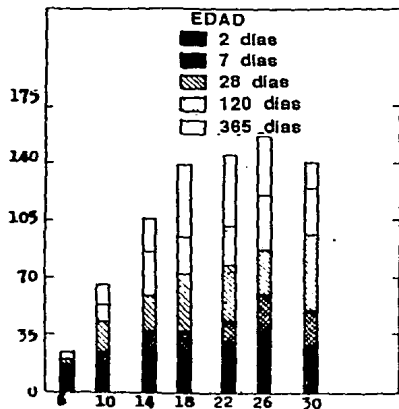
- a) Esfuerzo a la compresión simple : 52.8 Kg / cm² en promedio
- b) Esfuerzo a la tensión diagonal : 1.83 Kg / cm² en promedio.

Se realizó una prueba en los laboratorios de Ingeniería de la UNAM, con bloques de suelocemento elaborados con prensa, dando como resultado una serie de propiedades y datos técnicos que incrementan el conocimiento del comportamiento de este material, ya que se incluyen datos poco conocidos sobre resistencia al viento, impacto, presión concentrada, resistencia al fuego, etc.,obteniendose:

- a) Los bloques prensados que se sometieron a pruebas se hicieron en una prensa de laboratorio que produjo un bloque de calidad, con una mezcla de 50 % arena, 50 % arcilla y sedimentos y un 8 % de cemento.
- b) GENERAL : Un bloque de alta calidad es superior, en muchos respectos, al ladrillo horneado común y otros materiales corrientes de construcción. Aún el bloque prensado de mas baja densidad posee cualidades estructurales más que suficientes para casas de uno a dos pisos y otras estructuras pequeñas.

- c) RESISTENCIA EN COMPRESION : Los bloques soportaron presiones hasta de 56 Kg/cm², y si se considera que la presión en la línea del cimientado de una casa de un piso es sólo del orden de 2 Kg/cm² el factor de seguridad pasa de 20. Los bloques de adobe rara vez soportan una presión de más de 7 Kg/cm²
- d) PRESION TRANSVERSAL (RESISTENCIA AL VIENTO) : Una pared de bloques prensados resistió una presión transversal de 550 Kg / m², lo que significa resistencia a vientos huracanados.
- e) RESISTENCIA AL DETERIORO : La pared de bloques prensados goteó sólo en las juntas defectuosas de mezcla. La superficie no protegida mostró muy ligera erosión después de severas pruebas en bloques de densidad baja.
- f) IMPACTO Y PRESION CONCENTRADA : La resistencia de los bloques prensados resultó más alta que la de muchas otras clases de paredes de mampostería.
- g) RESISTENCIA A LA FUERZA EXCENTRICA O TORSIONES : Esta es la fuerza que ejerce en una pared el hundimiento de parte de cimientado, o la fuerza que comúnmente ejerce en una pared un temblor de tierra. La pared de ensayo, de bloques prensados, resistió el doble de la fuerza aplicada a la pared corriente y como un tercio más de la fuerza aplicada a una pared de bloques de cemento.
- h) RESISTENCIA AL FUEGO : El bloque de tierra y cemento es incombustible.
- i) AISLAMIENTO : La relación de paso de calor por la pared de bloques prensados es poco más o menos igual a la de una pared de concreto macizo del mismo espesor.
- j) COMPARACION DE BLOQUES DE SUELO CEMENTO CON EL ADOBE Y TIERRA APISONADA :El bloque de tierra y cemento es un material de construcción relativamente nuevo. En cambio, el adobe y la tierra apisonada se han empleado durante siglos en la construcción de edificios. El bloque de Suelo cemento es muy superior en todo respecto al adobe y a la tierra apisonada como lo demuestran las pruebas hechas en laboratorio.

Resistencia
a la
compresión
Kg / cm²

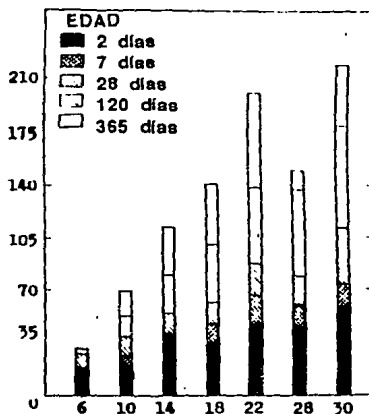


Arcilla limosa
17 % arena
36 % limo
47% arcilla

Contenido de cemento (% por volumen)

EFFECTO DEL CONTENIDO DE CEMENTO : ARCILLA LIMOSA

Resistencia
a la
compresión
Kg / cm²



Arcilla limosa
9 % arena
67 % limo
24% arcilla

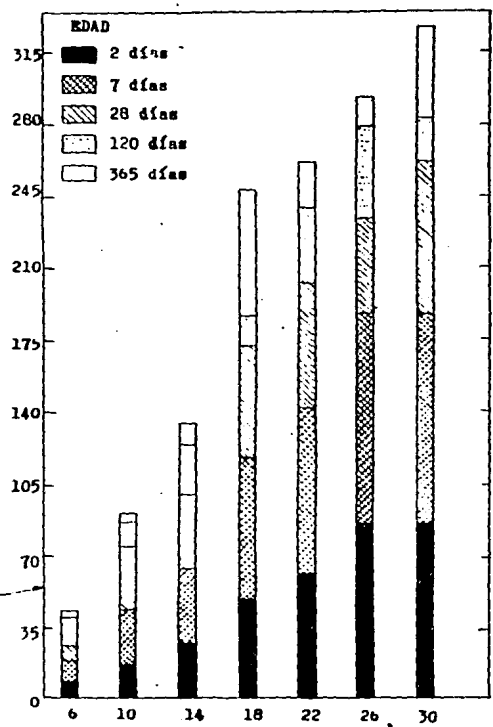
Contenido de cemento (% por volumen)

EFFECTO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

ARCILLA LIMOSA

Arcilla limosa
 83 % arena
 6 % limo
 11% arcilla

Resistencia
 a la
 compresión
 Kg / cm²



Contenido de cemento (% por volumen)
EFFECTO DEL CONTENIDO DE CEMENTO : ARCILLA LIMOSA

E.- FABRICACION DE SUELO CEMENTO A PIE DE OBRA

1.- FABRICACION A PIE DE OBRA

Una de las principales características del suelo cemento es la facilidad de producción en la obra, utilizando la tierra producto de las excavaciones del terreno donde se realizarán las construcciones, logrando disminuir los costos de transporte, de materia prima o de producto terminado.

Las características del suelo y las condiciones climatológicas deben ser estudiadas en cada caso. El 90 % de los suelos de México son factibles de ser utilizados en este proceso.

El material natural para la construcción es la tierra, su abundancia se hace patente en cualquier lugar y debido a esto en las zonas rurales lo eligen para edificar sus viviendas. La carencia de conocimientos técnicos por parte de la gente del campo induce a elegir tierras no adecuadas, obteniéndose construcciones deficientes, motivo importante para que este material se excluya en obras masivas.

Para destinar una zona específica por construir, se debe efectuar una visita a los terrenos para determinar el tipo de suelos con que se cuenta y bancos de préstamo de tierra para su estabilización.

La participación de la comunidad, el uso de material local, la fabricación en el sitio, y la organización y capacitación de la comunidad, constituirá un reto administrativo, que dejará una muestra de valoración y autosuficiencia en la comunidad.

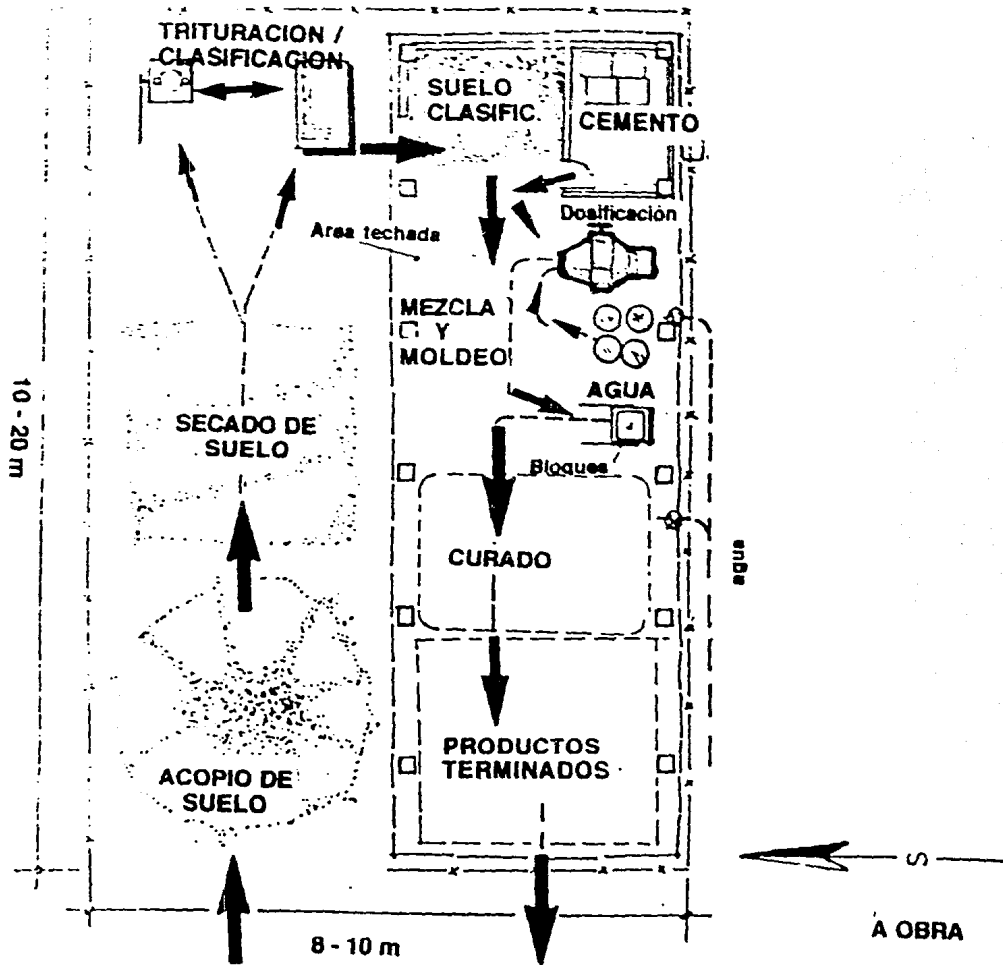
2.- LA ZONA DE FABRICACION

La economía es uno de los factores básicos en la preparación de las mezclas de suelocemento; por lo consiguiente, es indispensable escoger bien el lugar en que va a elaborarse. Es conveniente, lograr una máxima rapidéz y eficiencia, así como una adecuada calidad de producción, para lo cual, se establecerá, dentro de la zona de la obra, las siguientes zonas para :

- a) Almacén de equipo.
- b) Almacén de cemento
- c) Mezclado de tierra, cemento y agua.
- d) Elaboración de bloques.
- e) Colocación y curado de piezas.

Conocidas las propiedades y características, incluyendo la cantidad necesaria de cemento que hay que adicionar al suelo, se evaluará el volumen de material por extraer, mediante la determinación de los coeficientes de peso volumétrico en el terreno a peso volumétrico suelto, y de suelto a compacto; que aplicados al número de bloques requeridos para el proyecto, se obtendrá la cantidad necesaria de tierra por sustraer. Antes de proceder a utilizar la tierra, se debe efectuar un despalme de todo elemento vegetal, e iniciando la extracción del material en volúmenes pequeños para permitir así un rápido secado, para posteriormente, triturar los grumos y eliminar las gravas.

Los componentes del suelocemento deberán estar convenientemente revueltos para lo cual se debe preparar una base de mezclado en un piso plano, no absorbente y limpio. Antes de mezclar los componentes es necesario medirlos en las proporciones que ya se han escogido, procurando tener a la mano recipientes de volumen conocido para ahorro de tiempo.



3.- PREPARACION DE LA TIERRA Y MEZCLADO

La producción de suelocemento de buena calidad, requiere que el suelo contenga grava fina, arena, limo y arcilla, pero no todos los suelos tienen las mismas propiedades. Las arenas como el barro negro no sirven para la fabricación de este tipo de material, por ser de tipo expansivo, lo más conveniente es emplear suelos cuyo uso esté demostrado que es el apropiado; siguiéndose, el mismo método de estabilización, es recomendable, recurrir a los resultados que proporcione un laboratorio.

La dosificación a ser utilizada depende de la estructura, componentes y textura del suelo, también y en forma muy importante, del sistema productivo empleado para la formación de los bloques.

Para la dosificación del cemento, es necesario que el suelo no contenga materias que perjudiquen al fraguado o la resistencia. El cemento Portland ordinario o de clase análoga es el adecuado, ya que si se utiliza un cemento de alta resistencia, este no aportará mejoría alguna y si un incremento en el costo.

Normalmente entre un 6 % a un 12 % de cemento (del peso del suelo) da buenos resultados. Ciertos suelos no requieren más de un 3 % y otros, con la misma proporción de cemento se comportan mejor sin la presencia de este, motivo por el cual es recomendable un análisis del suelo a ser utilizado.

Independientemente del método que se adopte para construir, esta elaboración debe seguirse en las etapas siguientes :

- a) Determinación de los componentes básicos.
- b) Mezclado de los componentes.
- c) Compactación de la mezcla.
- d) Fraguado y curado.

El suelo en su estado natural posee cierto grado de humedad que se debe disminuir aireándolo; para ello se extiende sobre una superficie lisa y limpia en capas delgadas, protegidas de la lluvia, con el objeto de facilitar su cernido.

Se puede considerar que un suelo tiene un contenido de humedad adecuado cuando al tomar un puñado y apretarlo no brota agua en la superficie y cuando al dejar de oprimir la masa, se desintegra sin que aparezcan grumos. Obtenida la disminución de dicha humedad natural, los terrones que puedan quedar se pulverizan a golpes de pala, después de lo cual se procede a seleccionarlo para incrementar el contenido de arena doblando así la calidad o para una misma calidad disminuir la dosificación de cemento a la mitad, el material sin pulverizar que queda retenido durante el zarandeo debe ser eliminado, por ser la parte del suelo con mayor contenido de arcilla. El tamiz o zaranda con que se cierne, deberá estar colocado horizontalmente a una altura aproximada de 80 cm. y cuya abertura será de 4.76 mm. El material que ha pasado a través del tamiz estará en condiciones de ser empleado, debiendo almacenarse y protegerse de la humedad, en un lugar próximo al sitio de elaboración.

Seleccionado el suelo, se extiende en una capa cuyo espesor no sobrepasará los 10 cm; la adición del cemento se efectúa esparciéndolo parejamente sobre el suelo, se mezclan en seco hasta que el material presente un color uniforme, entonces se extiende en una delgada capa y se le adiciona agua en proporciones adecuadas, en forma de lluvia con una regadera del tipo de las usadas en los jardines, hasta lograr que la humedad se distribuya uniformemente, de tal modo que se obtenga de manera aproximada el máximo peso unitario, cuya determinación se hace tomando un puñado de la mezcla humedecida y apretándolo con la mano; si la mezcla conserva la forma de lo empuñado y no ensucia la palma de la mano, si al partirla no se desmorona y, por último, si se le deja caer desde aproximadamente 1.10 mts. de altura sobre una superficie dura y el material se disgrega en forma suelta semejante a la original, entonces la mezcla tiene la cantidad de agua necesaria.

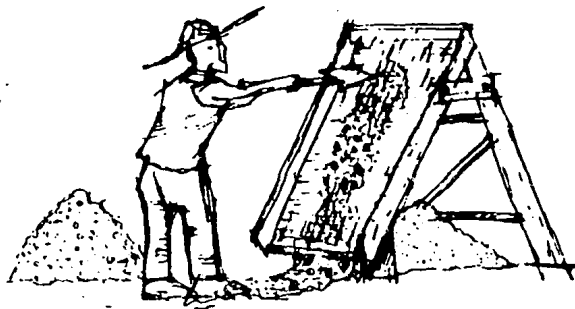
Si la mezcla conserva la forma de lo empuñado pero se pega a la palma de la mano ensuciándola, y si al dejarla caer en las mismas condiciones señaladas no se disgrega sino que se aplasta, entonces la mezcla tiene exceso de agua, si la mezcla se desmorona sin conservar la forma del puñado, tiene insuficiente cantidad de agua.

La cantidad de agua necesaria oscila entre el 8 y el 20 %; un exceso de ella provoca el deslizamiento de las partículas que forman parte del suelo, permitiendo que al compactar se produzca un levantamiento en la zona adyacente; por el contrario la falta de humedad no facilita la compactación.

Siempre es preferible la falta de agua al exceso, pues con poca humedad puede obtenerse la compactación máxima con un apisonado enérgico, mientras que el exceso impide la correcta compactación .

La mezcla puede efectuarse a mano, o con una revolvedora de turbina, los volúmenes a mezclar deberán ser pequeños para que las pérdidas de humedad sean mínimas, se puede aumentar sensiblemente la calidad revolviendo la mezcla de 3 a 4 minutos en lugar de unos instantes.

Las limitaciones se refieren a la posibilidad de trabajar el suelo con la maquinaria convencional; pero sin ella se puede alcanzar una mezcla homogénea y una buena compactación.



4.- FABRICACION DE LOS BLOQUES

METODO MANUAL : Al tenerse la mezcla, buscando adquirirle una forma definida al término de su proceso de endurecimiento, se introduce dentro de un molde, y se compacta, la compactación debe realizarse dentro de las dos horas siguientes de agregada el agua.

El método manual es poco recomendable para producciones masivas, debido a su bajo rendimiento y deficiente calidad de fabricación, éste método se ve aplicado por la gente del campo de bajos recursos económicos.

El proceso de elaboración de los bloques aplicando este método se inicia haciendo moldes de madera que pueden ser para elementos huecos o macizos. Hecho el molde de madera con las dimensiones y características del bloque, se forra con lámina galvanizada para protegerlo, y evitar que la tierra se pegue a las paredes que en todo caso, deben estar aceitadas o engrasadas.

La forma de verter el material dentro del molde es mediante tres capas, compactadas cada una con un pisón, pudiéndose compactar y enrasar en la última capa con una pala.

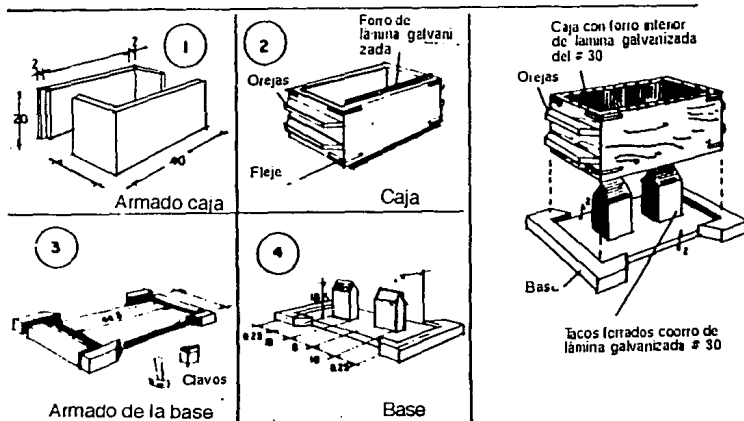
Para la obtención de piezas macizas, se presentan dos alternativas : una en la que se obtiene un solo bloque, y la otra, con un molde dividido en cuatro partes para fabricar cuatro piezas simultáneamente. En ambos casos la compactación se efectúa de igual manera, el bloque se obtiene desarmando el molde; operación que tiene la ventaja de no afectarlo mucho, ya que no es necesario hacer presiones para sacarlo.

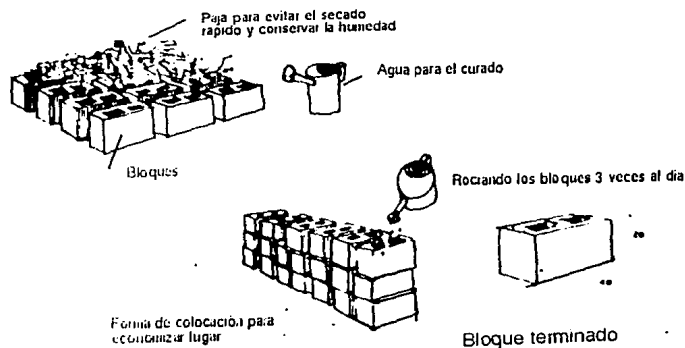
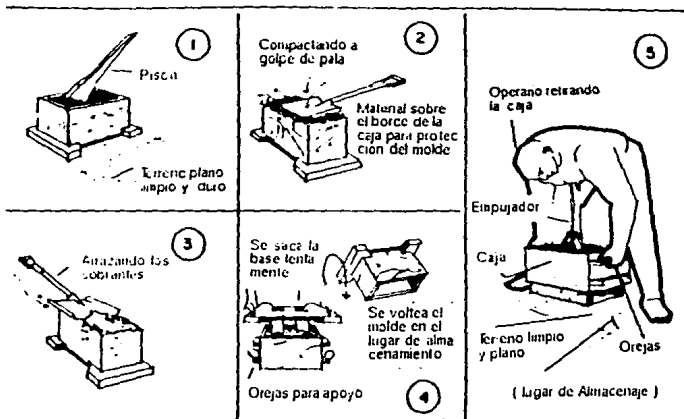
Fundamentalmente un molde debe reunir las siguientes condiciones :

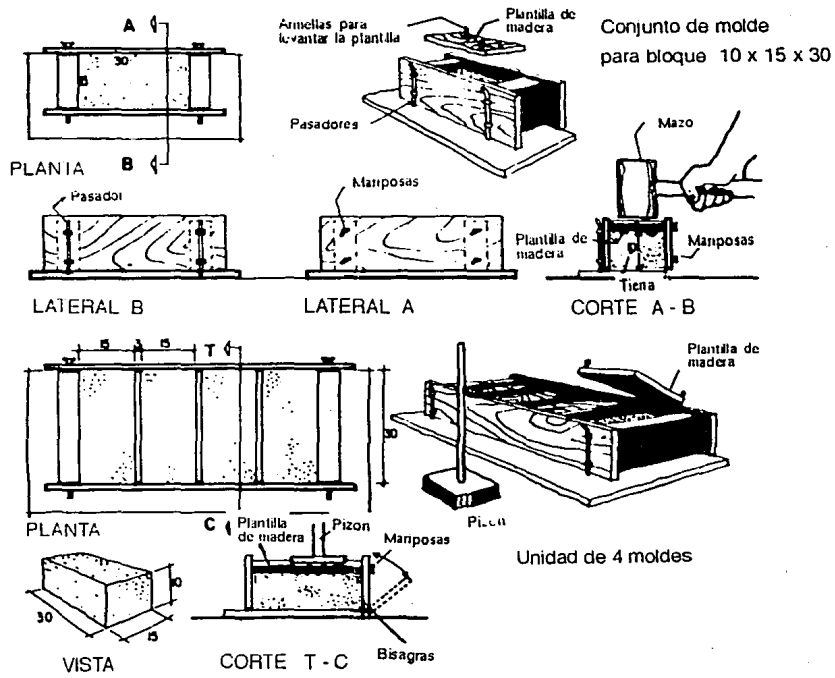
- a) Ser rígidos para evitar deformaciones.
- b) Los elementos que forman parte del molde, como así también los que se emplean para mantenerlos fijos en su posición, deberán permitir el armado y desarmado rápido, sin necesidad de golpes.
- c) La madera deberá estar derecha, sana y no torcerse por el uso y la humedad.

A los efectos de obtener lisura en la superficie de la pared, se recomienda forrar interiormente el molde con chapa o emplear madera cepillada.

Las paredes de madera no deben humedecerse antes de colocar el suelocemento sino que por el contrario sus caras deben estar perfectamente secas, pues la presencia de humedad en los moldes ocasionaría que al retirarlos quede el material adherido dando lugar a un incorrecto terminado superficial.⁵







Las piezas obtenidas se pintan con una lechada de cemento Portland, y se trasladan a la colocación inmediata de la zona de secado, donde periódicamente, se les moja, para conservar mejor la humedad, la influencia de las altas temperaturas en el período de endurecimiento es benéfica, ya que la calidad puede incrementarse con temperaturas ambiente entre 15° y 40° C. se debe evitar la evaporación rápida del agua. Se recomienda proteger a las piezas bajo la sombra, o cubrir las con plástico negro.

El proceso de fraguado debe ser lento y sin cambios violentos de temperatura; la pérdida de humedad en las primeras 24 horas de su fabricación tiene que controlarse rigurosamente. Después de 24 horas, el bloque se somete regularmente a riego, al tercer día de su fabricación, los bloques ya pueden utilizarse en la construcción.

Uno de los beneficios de este material es que si una pieza sale defectuosa se tritura y la materia prima se vuelve a utilizar, por lo tanto el desperdicio del material es mínimo.

Existen cuatro tipos de maquinaria para lograr la compactación del material :

a) PRENSAS MANUALES : La presión se ejerce a través de un brazo de palanca, la tasa de compresión del material es de 1.5 : 1 y se producen 200 piezas por turno. La más conocida de estas máquinas es la Cinva - Ram. El material que se obtiene con este tipo de máquinas es un bloque con partículas agrupadas en una fusión sin esfuerzo.

b) PRENSAS MECANICAS : Resultado de la tecnificación y desarrollo de la prensa manual, equipos que ejercen una fuerza mecánica para la formación de la pieza. Esta fuerza está generada por un sistema de brazos de palanca accionados manualmente o por un motor. La tasa de compresión es de 1.7 : 1 y se producen 600 piezas por turno. Aún cuando la presión es mayor, el material es muy semejante al obtenido con las prensas manuales.

- c) PRENSAS HIDRAULICAS : Resultado del perfeccionamiento de las anteriores prensas, con una tasa de compresión de 2 : 1. El producto final obtenido es una pieza de alta densidad, lograda por la fusión físico - mecánica con esfuerzo, de las partículas de tierra. Existen equipos para la producción desde 1000 piezas turno hasta 12000 piezas turno, cuya versatilidad permite la fabricación de piezas para muros, pisos y techos.
- d) PRENSAS HIDRAULICAS CON VIBRACION : Utiliza el mismo principio de la producción de elementos de concreto vibro - comprimidos, lleva un proceso de vibro - compresión simultánea. El producto obtenido es de alta calidad en todos los aspectos, reduciendo en un 30 % el uso de cemento.

5.- CARACTERISTICAS DE LOS BLOQUES MACHO - HEMBRA

La construcción de mampostería es el resultado del trabajo del artesano que emplea piezas de mampostería junto con los materiales necesarios para mantenerlos en la posición deseada. Las piezas de mampostería deberán cumplir con una sólida consistencia, secas, limpias y libres de grietas al ser colocadas en la estructura.

Un bloque de suelocemento de alta calidad soporta presiones hasta de 56 kg / cm² .

Los bloques pueden cortarse y colocarse con facilidad porque el procedimiento a seguir es el mismo que el de mampostería de ladrillos.

Cada bloque pesa 10 kg, y en condiciones normales un solo operario puede fabricar hasta 600 por día. Bastan cuatro o cinco jornadas de trabajo para reunir material suficiente para levantar una vivienda pequeña.

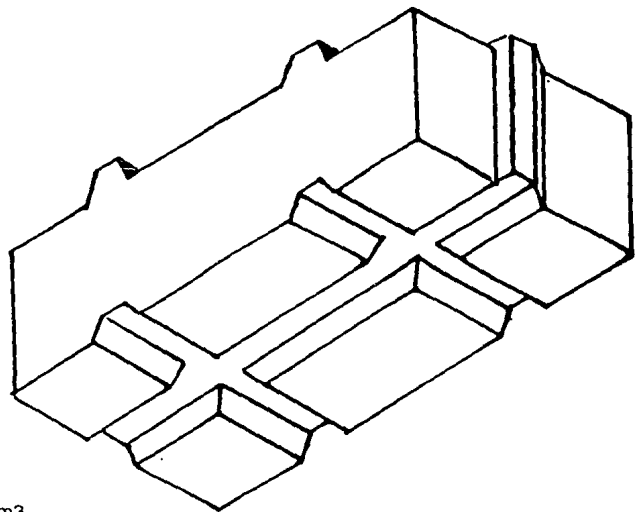
Cualquier persona con indicaciones elementales, podrá ubicar las piezas logrando una perfecta nivelación desde la parte inferior hasta la superior.

Los bloques tienen una dimensión de 35 cm de largo, por 17.5 de ancho y 11 cm de espesor, Presentando costillas y ranuras en sus cuatro caras, de forma trapezoidal y de cinco centímetros en la base mayor, dos en la menor, y dos centímetros de altura. Para un mejor soporte y ajuste, las piezas tienen la disposición de macho y hembra. La forma en que están situadas las costillas y ranuras, permite obtener una mejor unión entre las piezas. Estas se pueden montar en forma horizontal o vertical quedando perfectamente bien ajustadas y ensamblándose unas con otras sin utilizar morteros ni ningún otro tipo de mezcla.

Al ensamblarse los bloques, no es necesaria la utilización de escuadras, plomos y niveles. El sistema de construcción con muros de carga de bloque machiembrado, le proporciona a la construcción seguridad y estabilidad ante la acción de cargas gravitacionales, sísmicas y de vientos.

La ventaja radica en que se evita la utilización de grandes colados, de varilla, morteros y otros elementos. Los bloques permiten la formación de esquinas y cruces de muros uniéndolos entre sí sin la necesidad de cortar los bloques, salvo en algunos casos, como columnas aisladas.

H E M B R A **vista inferior**



25 x 17.5 x 11 cm

9 A 10.5 Kg

35 A 80 Kg / Cm²

10 20 %

EXCELENTE

EXCELENTE

1600 - 1900 Kg / m³

285 Kg

RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA COMPRESION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA TRACCION

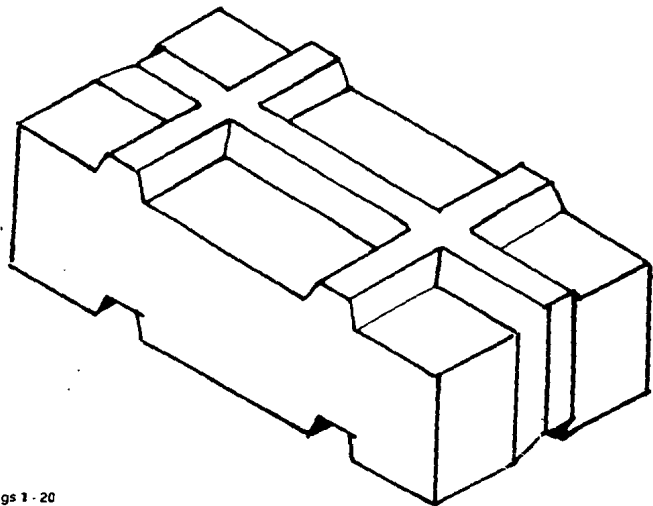
RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA TRACCION

RESISTENCIA A LA TRACCION

M A C H O **vista superior**





FABRICACION DE MACHIEBLOQUES
A PIE DE OBRA

DETALLE DE ESQUINA





OBRA NEGRA

DETALLE DE ENSAMBLE
SIN MORTERO



F.- SISTEMA CONSTRUCTIVO

Las nuevas tecnologías de producción permiten desarrollar suelocemento con características técnicas que satisfacen las normas constructivas, reduciendo los costos de producción y transportación, desarrollando un sistema constructivo, mediante el uso de la tierra tecnificada como material base y estabilizada con cemento, produciendo elementos y/o componentes para usos especiales en muros, cubiertas, pisos, y recubrimientos, basados principalmente en la fabricación de bloques a pie de obra.

La adaptación de este sistema a diferentes tipos de edificios como : vivienda de tipo rural, suburbana y urbana, escuelas, mercados, bodegas y comercios, posee pocas limitaciones; ya que se desarrolla a través de un sistema modular que rige la solución urbana y arquitectónica obteniendo ventajas de flexibilidad, crecimiento futuro, e integración al medio y sobre todo su aplicación universal, ya que la tierra y su composición pueden adaptarse en cada región para producir bloques de Suelo cemento técnicamente mas adecuados.

El Sistema es adecuado a la autoconstrucción y autofabricación de insumos, ya que existen alternativas de selección de maquinaria para la fabricación de bloques dependiendo del volumen y de las necesidades.

El sistema constructivo que se propone, se desarrolla pensando primordialmente, en abatir los costos de construcción en habitaciones de tipo rural, aprovechando al máximo los elementos disponibles en el campo, como son las tierras del lugar de trabajo y la mano de obra barata no especializada.

No obstante se deben seguir algunos principios derivados de su forma especial de trabajo. Plantas sencillas, paredes rectas, supresión de mochetas, ubicación correcta de puertas y ventanas para aprovechar al máximo los tramos de pared, etc.

Desde el punto de vista económico, se demuestra que el sistema constructivo presenta los siguientes beneficios :

- a) Fomenta la economía regional con el empleo de mano de obra de la localidad.
- b) El sistema y fabricación de los bloques no requiere de mano de obra especializada.
- c) Contribuye a la autonomía regional ya que se elimina la dependencia del suministro de materiales dentro y fuera de la localidad.
- d) Reduce el costo de transporte de los materiales empleados ya que se fabrican en la obra.

- e) Por la solución de diseño y de estructura, en la vivienda se propone eliminar al máximo el acero con el uso de la tierra estabilizada, tanto en muros como en cubiertas.
- f) Sustituyendo los castillos por cruceros de bloques a manera de contrafuertes el costo de los muros se reduce en un 12%.
- g) Sustituyendo las losas de elementos prefabricados, por bóvedas a base de bloques en las cubiertas, el costo se reduce en un 42 %.
- h) El costo final de la vivienda INFONAVIT con el sistema tradicional y este sistema, ofrecería un ahorro del 24 %.

a.-) APOYOS PARA EL SISTEMA

- a) El material empleado deberá tener la mayor resistencia y rigidez posibles, así como resistir a la tracción que es uno de sus más grandes fallos.
- b) El terreno seleccionado deberá ser adecuado, y no estar ubicado en barrancas o terrenos de relleno expuestos a pasos de agua, los cuales suelen ser los relegados para vivienda de muy bajo costo.
- c) La estructura deberá ser lo más ligera posible.
- d) El proyecto del inmueble deberá tender a la simetría, tanto en planta como en alzado, buscando la horizontalidad y ubicando los muros en dos direcciones perpendiculares.
- e) Se deberá diseñar una estructura rígida, la cual a su vez defenderá el inmueble contra otros daños naturales.
- f) La resistencia sísmica de una estructura estará fundamentada en sus muros, por lo tanto estos deberán estar distribuidos lo más uniformemente posibles. Para evitar el efecto de la tracción además de los refuerzos de los muros es necesario tomar en cuenta el techo y los entrepisos que pueden ayudar al exceso de deformaciones.
- g) Cuando se emplee un techo flexible se usará en la mayoría de los casos un techo ligero 50 Kg/m^2 , lo que implicará menor momento de inercia, sin embargo, no asegurará el comportamiento de la estructura. La integración de muros y techo, provoca el efecto de "caja" que a una mejor respuesta al sismo.
- h) Deberá de haber compatibilidad de muros con cimentación uniéndolos adecuadamente para evitar deslizamientos debidos a la masa y rigidez del sistema, y a la baja resistencia al esfuerzo cortante del material.
- i) El efecto de la cadena - viga de remate en el perímetro, es el de reducir los desplazamientos por flexión y anular el giro de las esquinas, fungiendo así como un apoyo elástico.
- j) Cuando existen muros intermedios se obtiene una mayor resistencia a la flexión y a la torsión.
- k) La viga - cadena desempeña un papel importante cuando se agrietan los muros en sus esquinas superiores, porque en esta condición, los muros no quedan sueltos apoyándose en la viga, y evitando así se volteen. Se recomienda el empleo de " espolones" para lograr un mayor amarre de la cadena.

- l) El incremento de la resistencia a la flexión se puede lograr reduciendo las longitudes de los muros y sus alturas, logrando una mayor subdivisión del espacio interior o con elementos de refuerzo horizontal de acero, madera o caña.
- m) Se deberán limitar y reforzar los vanos de las puertas y ventanas de tal manera, que la relación altura - longitud no deberá ser superior a dos, procurando enmarcarlos, o cuando menos adintelarlos con madera o con creto y con un empotre mínimo lateral de 20 cm.
- n) En la construcción de muros no se deberá levantar más de 2m de altura por día, y la altura de éstos no deberá ser mayor que "h" veces su espesor.
- ñ) Cuando el muro no está reforzado con castillos, deberá reforzarse con contrafuertes o muros transversales.
- o) Es permisible el empleo de columnas cortas con un mínimo de 50cm. por lado.
- p) Para la prevención de ampliaciones, se deberán dejar contrafuertes en la dirección de la futura ampliación.

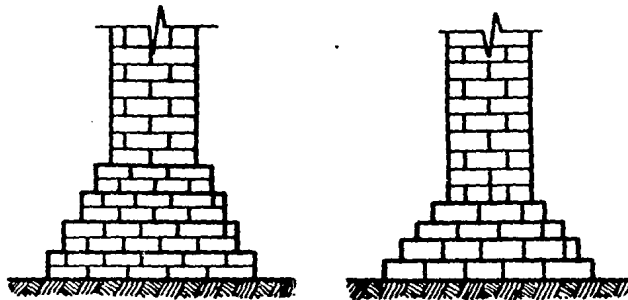
G.- CONSTRUCCION

1.- CIMENTACION

Para construcciones de una o dos plantas en zonas no sísmicas, resulta muy económico el empleo de zapatas corridas, fabricadas con bloques de suelocemento., para terrenos secos y edificios de tipo rural, no existen inconvenientes en construir una cimentación con bloques macizos, con superficies rugosas. La cimentación con bloques de suelocemento se ejecuta con arreglo a las normas existentes para los muros.

La excavación se realiza de forma tradicional, respetando un trazo previo adecuado. En el fondo de la zanja, se coloca una cama de arena de 10 cm. de espesor y sobre la misma una barrera capilar de asfalto.

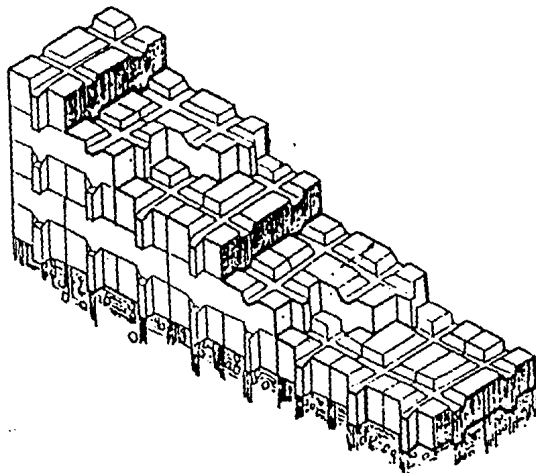
Los bloques se colocan en una dirección en forma piramidal, con la finalidad de facilitar la transmisión de las cargas de la obra al terreno. Sobre la que se inicia la construcción del muro, rematando los cimientos con una dala de suelocemento con piezas en forma de U.



El cimiento deberá subir por lo menos 20 cm arriba del suelo, para que de esta forma el agua que corre sobre el terreno no se introduzca al interior de la habitación y por consiguiente no afecte a la misma.

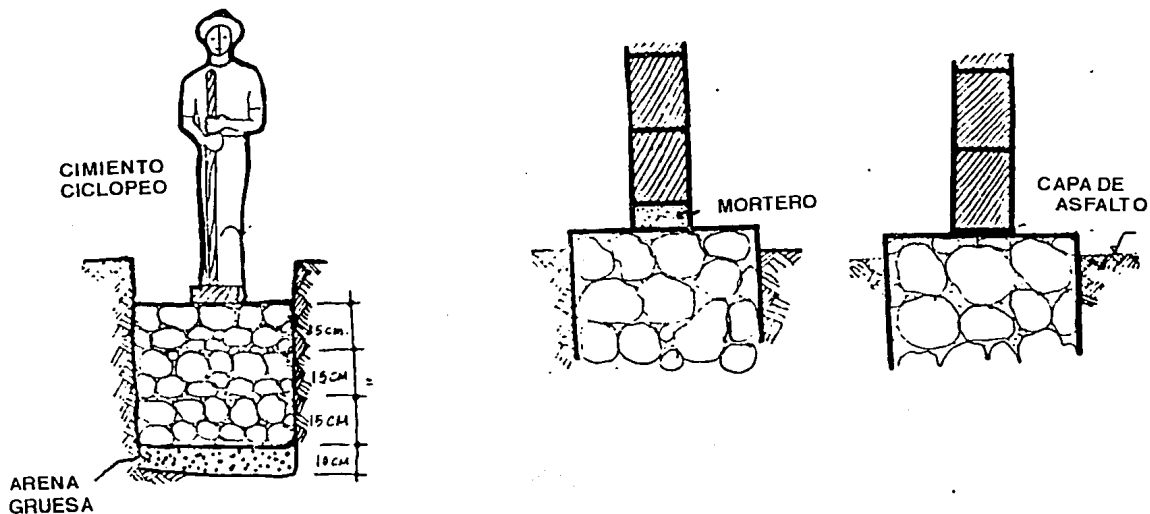
La altura de la cimentación variará de 50 a 60 cms. se pueden construir con sus caras laterales a plomo, con una cara a plomo y otra con talud, o con las dos caras con talud. Estos taludes tendrán la ventaja de aligerar el peso del cimiento mismo, fatigando menos al terreno, y el ahorro de material y mano-de obra en su construcción. El talud no deberá formar un Angulo mayor de 60° con el piso .

El nivel del piso acabado será el mismo de la corona del cimiento cuando no lleve cadena de concreto, debiendo quedar éste por lo menos 20 cms sobre el nivel del terreno. Cuando no sea posible, se aumentará la altura del cimiento.



Resulta factible otra variante de ejecución del cimiento empleando un ciclópeo con Suelo cemento. En este caso se elabora la mezcla y se compacta por capas de 15cm.. Las piedras se acomodan manualmente dentro de la masa de Suelo cemento y se compacta. Cuando el pisón deja de producir marcas en la superficie ya se ha llegado al tope requerido. Debe mantenerse como minimo tres días de curado.

El uso de cada variante depende de la mayor disponibilidad del material: suelo o piedra. En última instancia, el menor costo de una o de otra, definirá cual seleccionar.



2.- MUROS

El sistema para la producción de muros, permitirá la utilización de piezas de diversas dimensiones , huecas, sólidas o dala, para solucionar en forma integral la construcción, se aprovecharán a fondo los bloques especiales destinados a simplificar los detalles.

Al iniciar el muro, se levantarán primero las esquinas, pues éstas servirán de amarre a los hilos de guía. Una vez construídas las esquinas, el resto del muro es entonces construído a manera de relleno entre estas esquinas.

El peso de un muro construído con suelocemento varía con el tipo de suelo empleado y la compactación dada en obra, pero puede indicarse, en términos generales, que el peso unitario seco está comprendido entre los 1500 a 2000 Kg/m³, siendo el de menor valor para los más arcillosos.

Se ha demostrado que una pared de 17.5 cm. de espesor construída con suelocemento ofrece una aislación térmica que se puede comparar con la de 30 cm. de espesor construída con ladrillos.

Una de las principales ventajas que ofrece el Suelo cemento por ser mal conductor del calor, es que las paredes construídas con este material no dan la sensación de ser frías en el invierno y no producen la condensación de la humedad ambiente.

Las esquinas deberán ser colocadas en primer término, nivelándolas y alineándolas. La primera hilada deberá ser colocada con un gran cuidado ya que esto permitirá al constructor colocar con facilidad las hiladas subsecuentes, dando por resultado la construcción de un muro derecho y a plomo.

Las esquinas en general se erigen hasta una altura de cuatro hiladas acortando cada hilada en una mitad de unidad a manera de formar una escalera. Cada hilada será cuidadosamente verificada para un alineamiento vertical y horizontal.

Sobre la primera hilada, se recomienda utilizar un plástico para evitar que la humedad del terreno pudiese subir al resto del muro.

A los efectos de dar una guía para el cálculo del costo de 1 m³ de pared, o sea 5 m² de 20 cm. de espesor, se indican los siguientes valores :

MATERIALES

- a) Cemento : 180 Kg/m³
- b) Suelo : se supone que se tiene en el lugar y que prácticamente no tiene valor.

MANO DE OBRA

- a) Preparado del suelo y cribado : 1 1 /2 hora de peón por m³.
- b) Mezcla del Suelo cemento y transporte hasta el lugar del empleo : 2 1/2 horas de peón por m³.
- c) Colocación de los moldes : 1 hora de oficial por m³; 3 horas de peón por m³.
- d) Construcción de la pared que comprende compactación y retiro del molde: 2 horas de oficial por m³ más 12 horas de peón por m³.
- e) Aplicación de la lechada y curado : 5 horas de peón por m³.

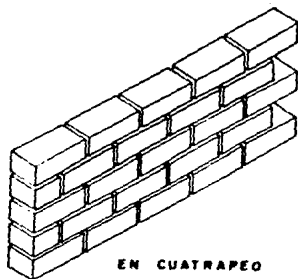
3.- PISOS

Para este uso el material presenta el inconveniente de que su resistencia al desgaste es baja. Por tanto se recomienda emplearlo compactado en el lugar cubriéndolo con un mortero de arena y cemento

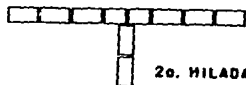
La parte que estará en contacto con el tránsito es de cemento, el resto de la pieza de suelocemento. Los pisos de la vivienda deberán ser durables y fáciles de limpiar, en el campo son principalmente de materiales duros, como piedra, loseta de barro, loseta de cemento, de tierra apisonada y quemada, o bien del mismo suelocemento.

4.- ENTREPIOS.

Para lograr superficies planas horizontales con este material, pueden utilizarse varias soluciones como: viguetas de diferentes materiales con bovedillas de suelocemento, entre otras.



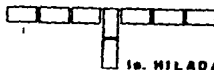
EN CUATRAPEO



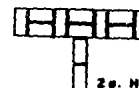
20. HILADA



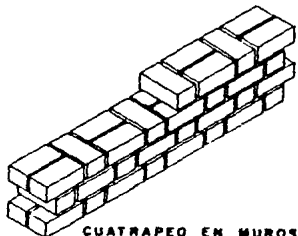
10. HILADA



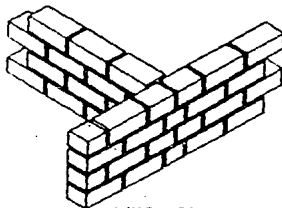
10. HILADA



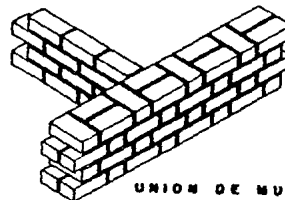
20. HILADA



CUATRAPEO EN MUROS
DE DOBLE ESPESOR

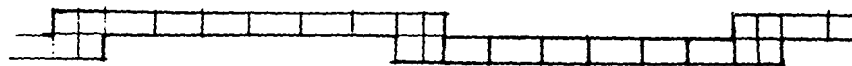


UNION DE MURO EN "T"
CON CUATRAPEO

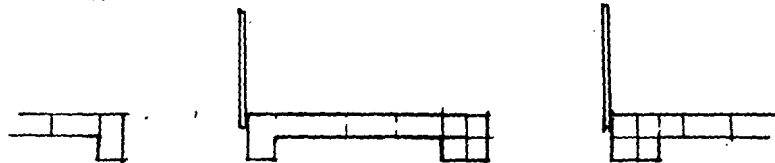


UNION DE MUROS
EN "T", DE DIFERENTE
ESPESOR CUATRAPEADOS

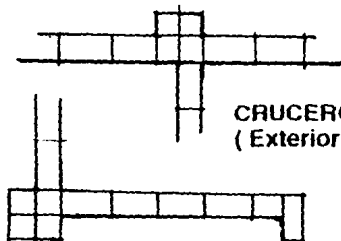
VARIANTES DE COLOCACION



BARDAS

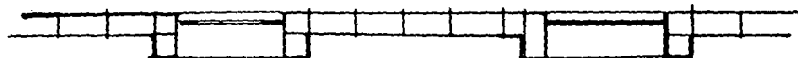


ACCESOS

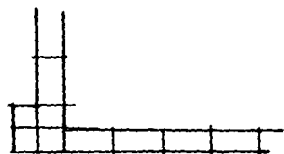


CRUCERO
(Exterior)

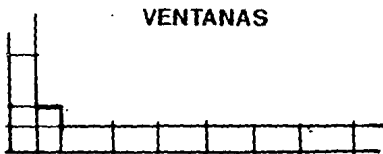
CRUCERO Y MOCHETA



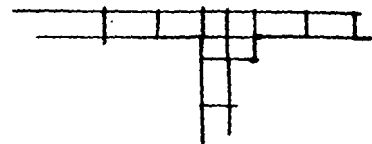
VENTANAS



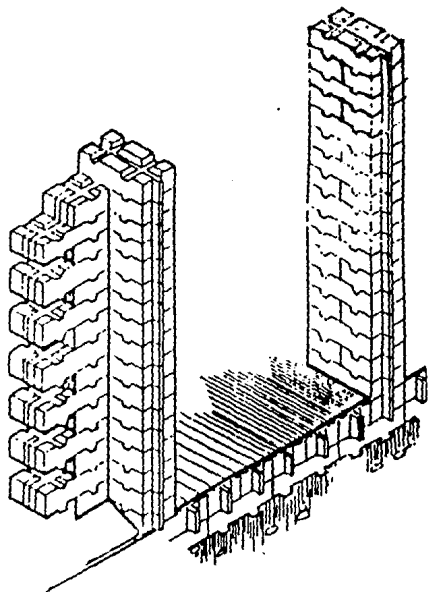
CONTRAFUERTE DE ESQUINA
(exterior)



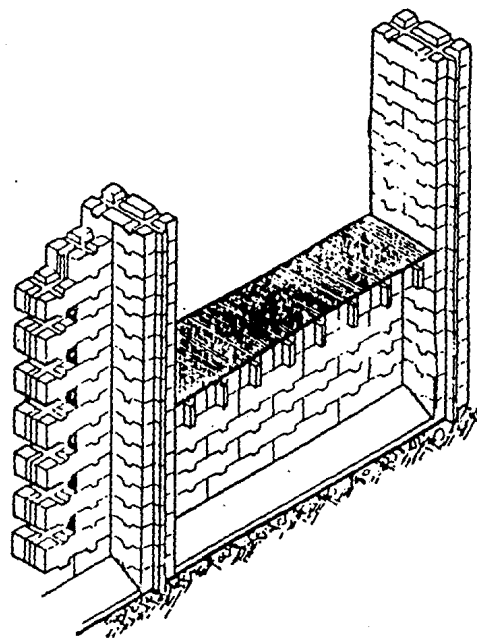
CONTRAFUERTE DE ESQUINA
(Interior)



CRUCERO
(Interior)



DETALLE DE
PUERTA DE ACCESO

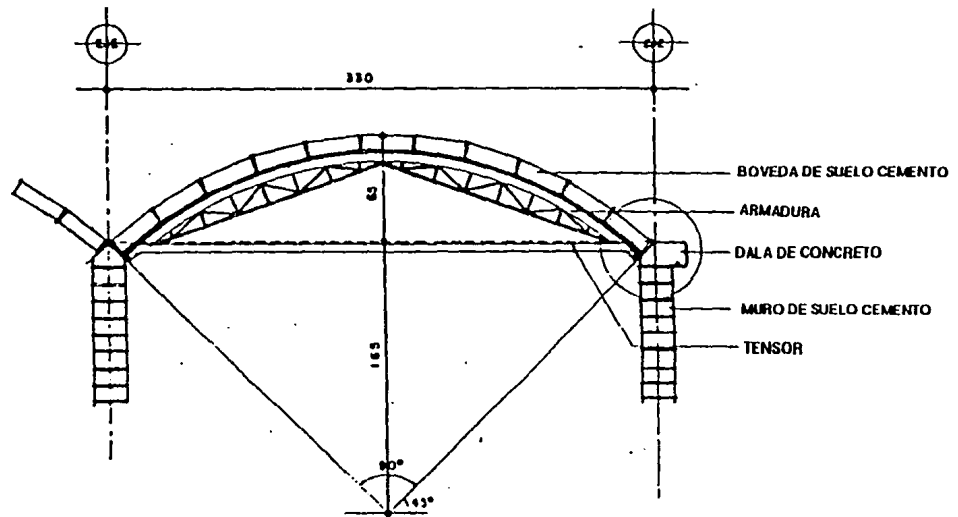


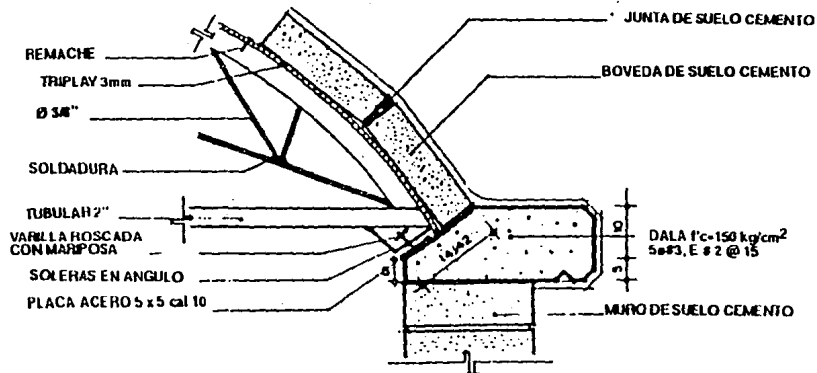
DETALLE DE
VENTANA

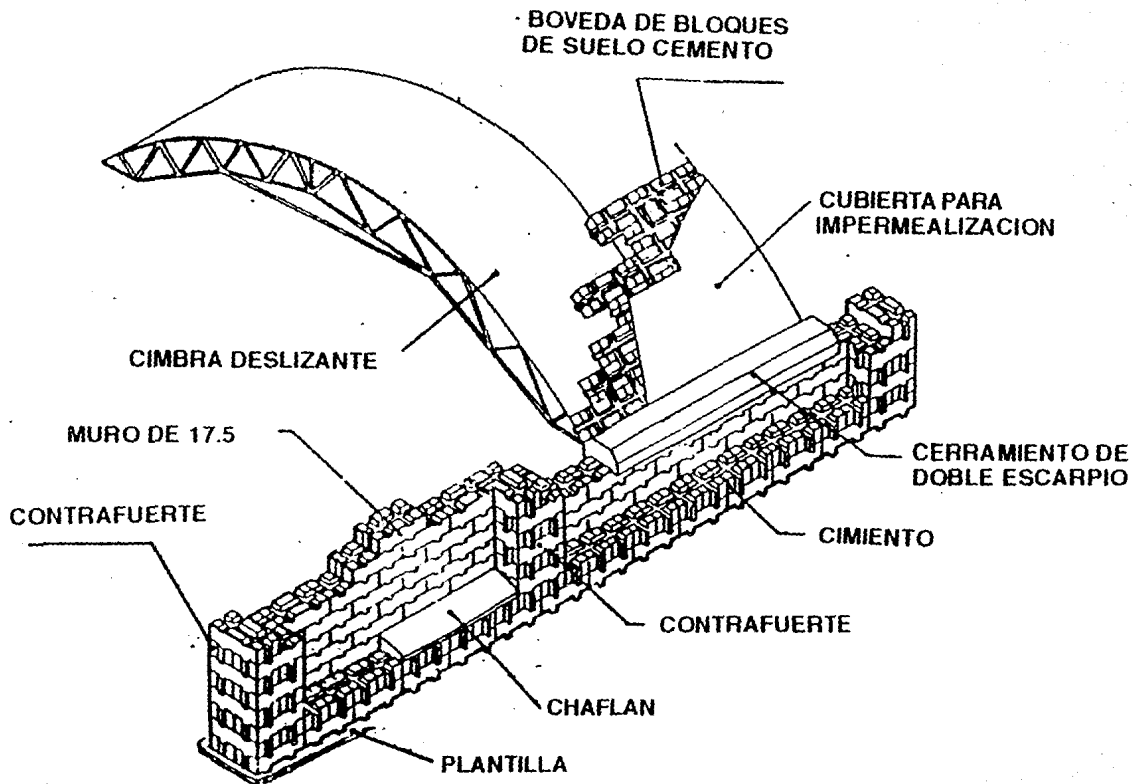
5.- CUBIERTAS

Además de las soluciones para entrepisos, también se puede recurrir a la producción de los mismos bloques de suelo cemento, para construir bóvedas y cúpulas. La bóveda se analizará a manera de obtener el trazo adecuado para lograr el mejor comportamiento de cada elemento. El sistema permite techar sin dificultad en techo plano, inclinado, a dos aguas, en bóveda, en cúpula, en paraboloides hiperbólico, en formas mixtas, sin uso de cimbra y a costos que son aproximadamente 50 % menos comparados con los de losa de concreto.

Para la ejecución de las bóvedas resulta muy práctico elaborar una cimbra móvil en forma de armadura de 1/2 pulgada con la curvatura seleccionada.



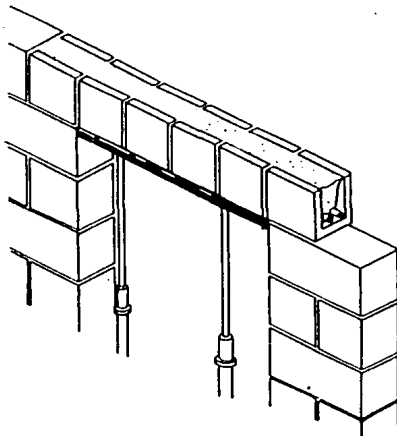




5.- CADENAS DE DESPLANTE Y CERRAMIENTOS

Para cerramientos pueden emplearse piezas U hechas de suelocemento con un colado y armado interior. La corona de la cimentación deberá ser más ancha que el muro que va sobre ella, o cuando menos, del mismo ancho que éste.

El suelocemento no se adhiere al material ya fraguado, de manera que conviene hacer un trabajo continuo en la compactación de la altura total de cada sección. Si se detuviera el trabajo y quedaran juntas horizontales, se rasquetearán para darles una superficie rugosa, y se le aplicará un mortero formado con una parte de cemento y una de arena, antes de verter el nuevo material, para asegurar la impermeabilidad de la junta.



6.- IMPERMEABILIZACION

Para impermeabilizar se puede seguir un procedimiento tradicional. Unicamente se debe hacer hincapié en la importancia que tiene la impermeabilización en toda construcción. Al evitar los deterioros que la humedad causa en los muros, al introducirse por la cimentación o los techos, se prolongará la vida de la construcción y por ende logrando una economía que redunde en beneficio del propietario mismo. Así el pequeño gasto que supone el hacer una adecuada impermeabilización, queda sobradamente cubierto con el ahorro, tanto de molestias como de dinero, que la misma impermeabilización trae en sí.

Las paredes construidas con este material ofrecen gran resistencia al paso de la humedad, bastando para completar las cualidades que de por sí tiene, que se le aplique una lechada a base de cemento.

La siguiente fórmula corresponde a un tipo de impermeabilización muy económica y eficiente, y fácil de fabricar :

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO	VOLUMEN
Jabón	Kg	2.50	0.20
Alumbre de potasio	kg	5.00	0.13
Agua	lts		1.30

7.- COLOCACION DE PUERTAS Y VENTANAS

En puertas y ventanas no hace falta el uso de cimbras para dinteles de concreto armado, porque el propio sistema los forma sin necesidad de cimbra, es necesario proveer a los marcos de cubrejuntas para evitar el posible paso de la humedad en las zonas en contacto con el muro. Para fabricar puertas, existen diferentes gruesos de madera. Los tableros pueden ser de triplay de 6 a 14 mm., o bien de tabla de 1/2 pulg.

8.- COLOCACION DE TUBERIAS DE INSTALACION

El suelocemento es un material que puede cortarse con facilidad durante las primeras horas después de su ejecución, lo cual permite el embutido y colocación de los conductos y tuberías de electricidad, sanitarias, hidráulicas etc., pero también pueden dejarse preparadas, todas las aberturas o cortes que sean necesarios.

9.- ACABADOS

Los muros de suelocemento no requieren revocos, porque la superficie lisa que presentan los bloques, pueden pintarse. No obstante si se desea revocar, por razones de impermeabilización u otras exigencias constructivas, no necesitan revoque grueso sino por el contrario, es necesario darles una rugosidad suficiente a las superficies recién terminadas, una solución muy económica es la aplicación de un salpicado de cemento y arena.

Pintura de cal y temple : se prepara con cal hidratada, agua, sal, alumbre y color para cemento, en las cantidades siguientes : 25 kg de cal hidratada; 30 litros de agua; 4 kg. de sal, para fijar la pintura; 2 kg. de alumbre, para impermeabilizarla, y uno o dos kg. de color, según la intensidad deseada. Se revuelve lo anterior en un recipiente, batiéndose con un palo.

Esta pintura se aplica sobre aplanados de mezcla o directamente sobre los muros de Suelo cemento. La aplicación se hace mediante una brocha de cerdas gruesas, o con un chulo, que es un manojo de fibras vegetales (palma, ixtle, etc.) debidamente amarradas.

Con las cantidades anotadas, se preparan 50 litros de pintura, que cubren 50 m² de muro a una mano, o 30 m² a dos manos. Se pinta con tantas manos como sean necesarias, hasta que el color quede uniforme.

Puede emplearse cualquier tipo de pintura obteniendo muy buenos resultados las elaboradas a base de cemento y que se pueden fabricar en obra a muy bajo costo.

De acuerdo con la lisura que se quiera tener, esta pintura se prepara con la adición de arena.

Este tipo de pintura aplicada a los muros tiene la ventaja de asegurar una perfecta impermeabilización contra los agentes atmosféricos y un agradable aspecto al paramento.

Para preparar la pintura, si se prepara con agregado de arena se mezcla con el cemento en seco, en la proporción 1 :1; se recomienda que la granulometría de la arena sea muy fina, que pase el 100 % por el tamiz No. 50. Una vez mezclados estos materiales en forma homogénea, se les agrega cloruro de calcio disuelto en agua, fijándose como máximo un 4 % de la cantidad de cemento agregado.

La mezcla de arena, cemento y cloruro de calcio se batirá intensamente hasta conseguir una mezcla homogénea, agregándose el pigmento que se desee para dar color y se continúa el batido.

Lograda la uniformidad del color en la mezcla se agrega agua hasta obtener una pintura trabajable y fácil de extender sobre el paramento.

La cantidad de pigmento a emplearse no deberá ser superior al 10 % de la cantidad de cemento empleado en la pintura.

La pared de suelocemento se deberá mojar abundantemente antes de aplicar la pintura. En esta operación se emplea brocha común de blanqueo de cerdas cortas.

Después de 10 horas de terminada esta operación se efectuará el curado de la pintura, realizándose riegos sucesivos para evitar el cuarteo.

PROYECTO

IV.- PROYECTO

1.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

La "casa de suelocemento", se proyectó para construirse en las zonas del país, cuyo patrón de vivienda es Mapimí, Dgo. (Altiplano), y que corresponde al Norte del territorio nacional, incluyendo parte de las regiones Noreste, Altiplano y Noroeste, que ejemplifican el Valle de Mexicali, en Baja California, y La Laguna en los Estados de Coahuila y Durango.

El clima predominante es el extremoso, por lo que el proyecto se apega a las recomendaciones imperantes del lugar.

La habitación se ubica al frente del lote, previéndose un jardín de entrada de 3.70 m . por todo el ancho, al través del cual se pasa a la morada que se localiza al centro, las viviendas están dispuestas a manera de conjuntos de dos en dos.

Aún cuando el partido de la habitación es compacto, se procura que tenga cierta flexibilidad según las necesidades de la familia; cuidando que los locales arquitectónicos desarrollen su función satisfactoriamente y que los espacios sean proporcionados y amables.

El acceso es por el frente, mediante un vestíbulo que comunica directamente con la estancia comedor. Este se comunica a la cocina y al taller, definiendo las superficies de acuerdo a las actividades a desarrollar. Tomando en consideración el patrón y el nivel cultural y económico regionales, se separa la cocina del comedor, pero con una liga directa.

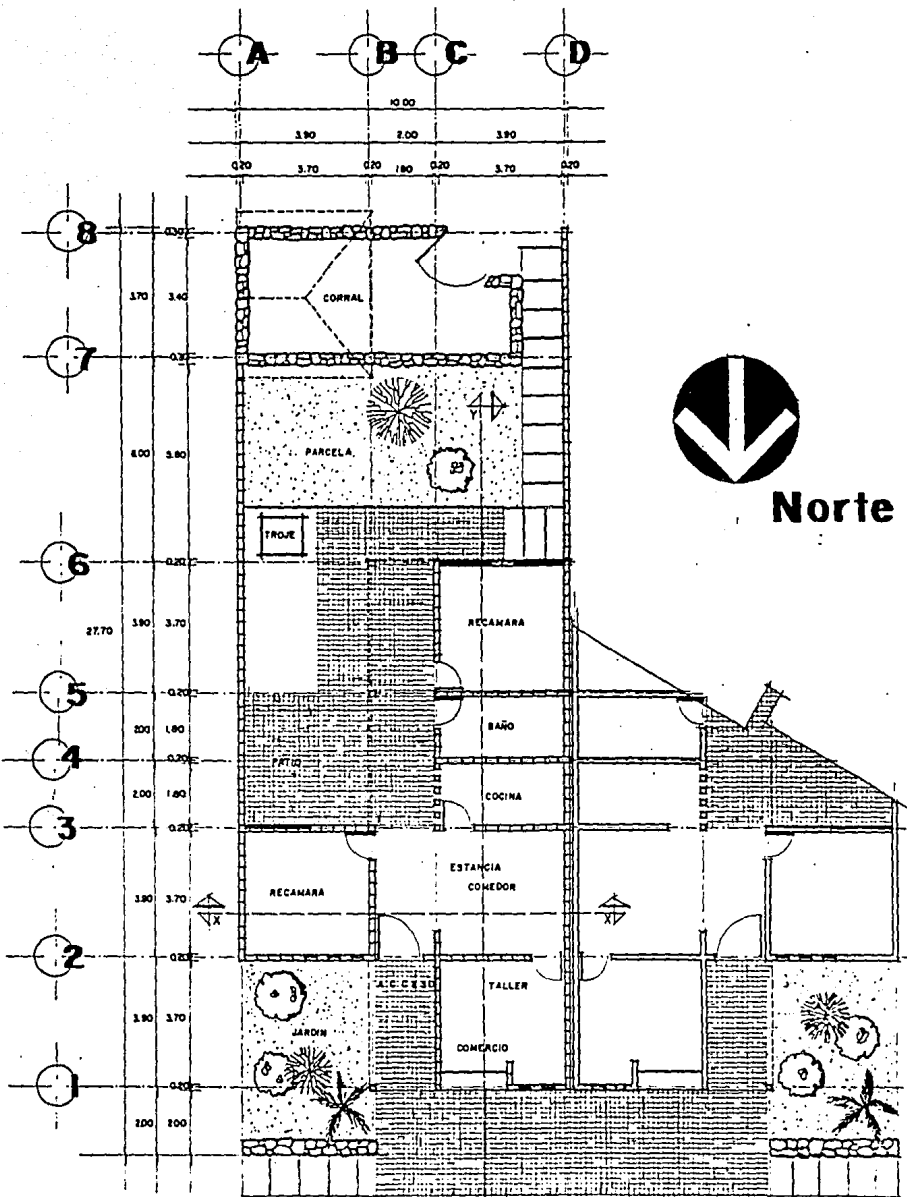
El baño se localiza en tal forma, que permite el uso de una unidad sanitaria lo más compacta posible, se prevé en el baño el lugar para que se instalen un W.C., un lavabo, y una regadera. La ubicación del baño y la cocina, hacen factible en la instalación sanitaria un ramaleo de tubería de agua y drenaje mínimo, por medio de un muro común (baño - cocina) .

Las dos recámaras, forman una zona bien definida como area para dormir.

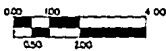
La orientación apropiada es la Norte - Sur, debido a que en este clima se necesita permitir la entrada de sol en las habitaciones en invierno y no en verano. Se prevé espacios arbolados cerca de la vivienda.

Se propone el empleo de suelocemento y materiales regionales, que poseen un comportamiento térmico adecuado para este clima, racionalizando para obtener mejores resultados, una construcción más fácil en menos tiempo y a bajo costo.

- a.-) Cimentación con zapatas de bloques de suelocemento y concreto.
- b.-) Muros de bloques de suelocemento.
- c.-) Cubiertas con bóvedas de cañon corrido de bloques de suelocemento
- d.-) Pisos de suelocemento
- e.-) Puertas y ventanas de madera
- f.-) Estructura a base de muros de carga y contrafuertes.



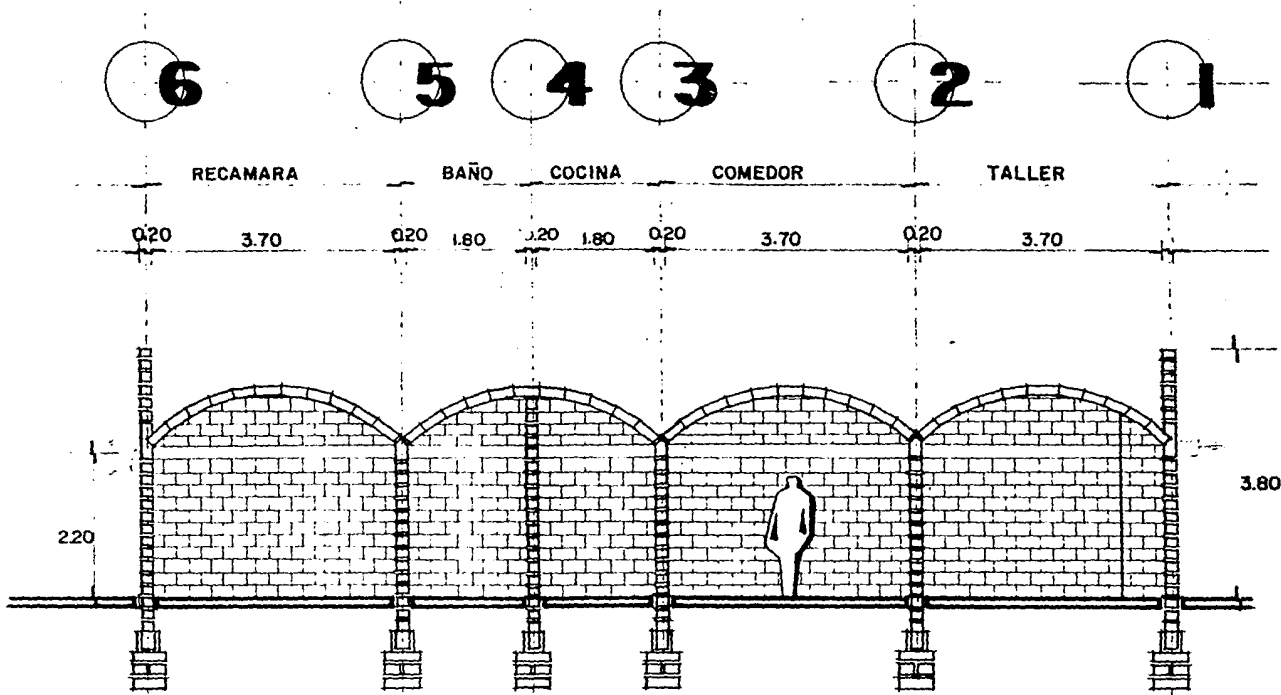
Norte



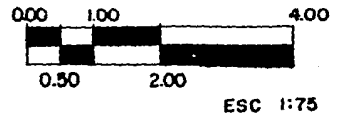
ESC 1/75

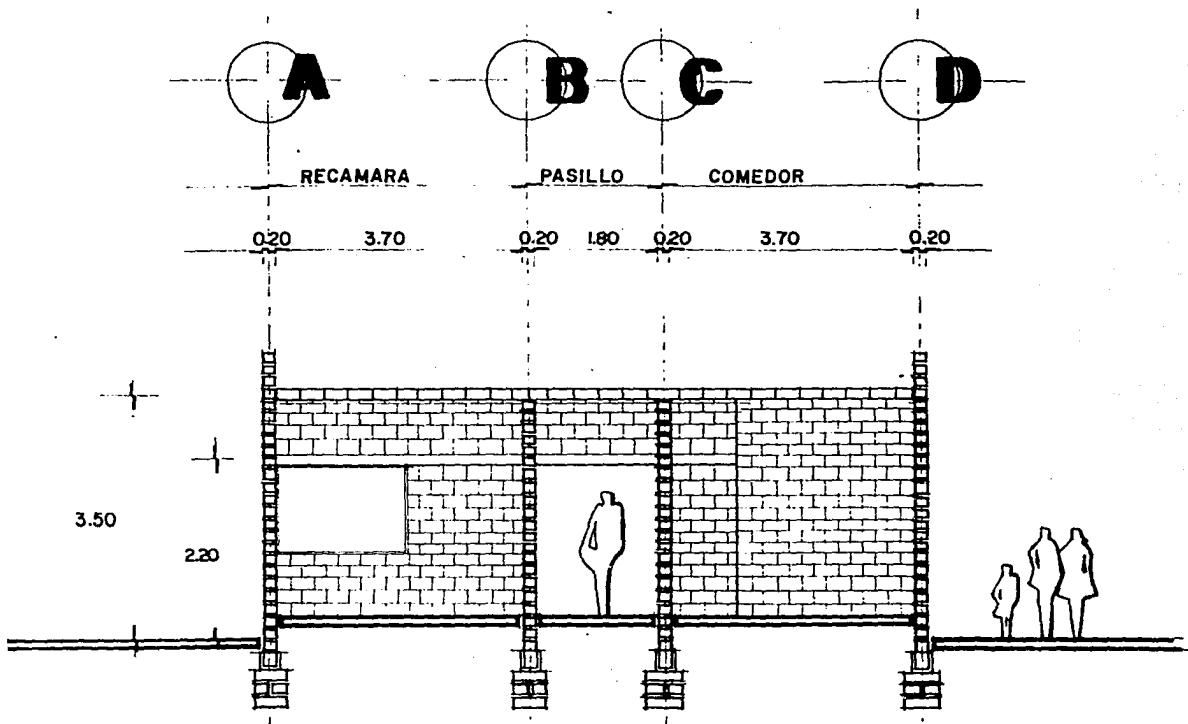


PLANTA



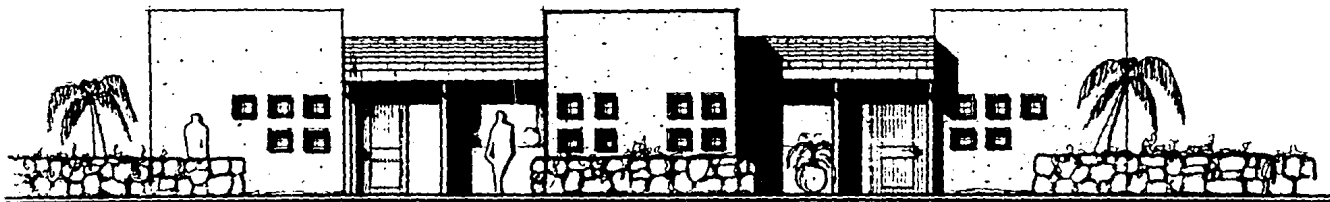
CORTE LONGITUDINAL





ESC 1:75

CORTE TRANSVERSAL



FACHADA NORTE

CONCLUSIONES

V.- CONCLUSIONES

El programa de investigación sobre el apoyo de vivienda rural está todavía en proceso; los puntos principales se refieren a la evaluación de la eficiencia de diferentes procedimientos de apoyo, y a la interpretación conjunta de los resultados experimentales y analíticos. Algunas conclusiones importantes se pueden, sin embargo, extraer de lo que se ha realizado hasta el momento. Estas conclusiones se consideran válidas no solo para la vivienda de suelocemento sino también para la de piedra o de mampostería no reforzada en general.

La tecnología de construcción en suelocemento, representa una verdadera opción de sistema ecotécnico para el desarrollo de pequeñas comunidades rurales y urbanas hacia un esquema de autosuficiencia y autonomía y es por ello que la presente investigación restablece la posibilidad de que esta tecnología se retome en la construcción de la infraestructura social y productiva por el desarrollo rural, al dar la oportunidad de difundir estas experiencias donde las propias comunidades encontrarán en el auto desarrollo la solución a sus necesidades básicas contando con la tecnología adecuada.

Es necesario modificar y actualizar políticas y programas de vivienda e introducir nuevos y modernos sistemas constructivos como la prefabricación, que respalden a los métodos tradicionales de construcción para mejorar y suministrar el máximo posible de unidades habitacionales al mínimo costo y tiempo posible.

Con esto se logrará desarrollar nuevas técnicas que permitan aumentar el rendimiento y por tanto la productividad de los recursos con que cuenta el país.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- . CYTRYN, S. " Construcción con tierra". Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. Editorial Helio México, S.A. México, 1965.
- . ENTEICHE G., AUGUSTO A. "Suelocemento, Su aplicación en la edificación". Bogotá, Colombia; CINVA, 1963.
- . JUAREZ BADILLO y RICO R.A. "Mecánica de suelos". Sección Editorial de la Facultad de Ingeniería. UNAM, México 1965.
- . SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA. " Vivienda. Cartilla de Saneamiento". México, 1967.
- . INSTITUTO NACIONAL DE LA VIVIENDA. " Un deber de la revolución : La habitación rural". México, 1972.
- . ROBERT FITZMAURICE. "Construcción de viviendas con tierras estabilizadas". Naciones Unidas, 1975.
- . RAUL SANCHEZ MORA. "Viejos materiales". IMCYC, México 1986.
- . FRANCISCO QUEIPO DE ALCALA. " Técnica para la construcción de muros hechos con bloques de suelocemento". IMCYC, México 1970.
- . IGOR H. BARAHONA MATAMOROS. " La tierra como material de construcción para viviendas". UNAM, México 1969.
- . CONESCAL. "Tecnología de construcción en tierra sin cocer". Revista especializada en espacios educativos. México 1987.
- . NELSON NAVARRO CAMPOS. "Suelocemento. Fundamentos para la aplicación en Cuba". Universidad de La Habana, La Habana, Cuba 1992.