

T-UES

1501

B.272 m

2002

Ej. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



MANUAL DE MATERIALES NO TRADICIONALES PARA LA
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO

PRESENTADO POR

GLADYS ALICIA BARRERA MORALES
JUAN FRANCISCO FUENTES GALEANO
IRIS GRACIBEL GOMEZ GUZMAN

PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO DE 2002

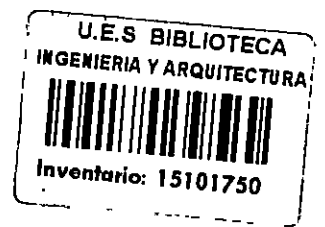
5236

15101750

15101750



Recibida, el 14 de enero / 2002



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Alvaro Antonio Aguilar Orantes

SECRETARIO :

Ing. Saúl Alfonso Granados

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR :

Ing. Luis Rodolfo Nosiglia Durán

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO CIVIL

Título :

**MANUAL DE MATERIALES NO TRADICIONALES PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO**

Presentado por :

**GLADYS ALICIA BARRERA MORALES
JUAN FRANCISCO FUENTES GALEANO
IRIS GRACIBEL GOMEZ GUZMÁN**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador :

Ing. M.Sc. Rogelio Ernesto Godínez González

Asesor :

Ing. Roberto Otoniel Berganza Estrada

San Salvador, Enero de 2002

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador y asesor :


Ing. M. Sc. Rogelio Ernesto Godínez González

Asesor :


Ing. Roberto Otoniel Berganza Estrada



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestro Dios todopoderoso, por permitirnos culminar esta carrera, sabemos que él ha sido el que nos ha brindado la sabiduría y la fortaleza necesaria para lograr nuestra meta.

Al Ingeniero Rogelio Ernesto Godínez González, coordinador de nuestro Trabajo de Graduación, que dio su apoyo y especial dedicación, gracias por su amistad y la confianza depositada en nosotros. De igual forma al Ingeniero Roberto Otoniel Berganza Estrada, nuestro asesor, por su interés y colaboración.

Al Ing. Danny Rosales y a Juan Ernesto, por aportarnos su ayuda incondicional.

De manera muy especial a la Sra. Marta Sonia Galeano de Fuentes por su importante colaboración en la finalización de nuestro trabajo de graduación.

“Con Dios está la sabiduría y el poder; suyo es el consejo y la inteligencia”

Job 12:13

Alicia, Iris y Francisco.

DEDICATORIA

Bendito Padre Celestial, gracias te doy por:

MI MADRE, Gladis, ya que me heredó la dedicación, la fortaleza y la testarudez de alcanzar mis metas.

MI PADRE, Horacio, ya que me heredó la autodidáctica, la curiosidad por conocer todo lo que me rodea y la capacidad de realizar todo por mi misma.

MI HERMANA, Cecy, por ser mi apoyo moral y económico y ser el pedacito de orden que tengo en mi vida.

MI HERMANO, Horacio, por ser la fuente de alegrías y risas de mi corazón, mi apoyo y cómplice incondicional.

MI AMOR, Walter, por ser la pieza que faltaba en mi rompecabezas, mi compañía y apoyo, gracias por mandármelo.

MIS MEJORES AMIGAS, Patty, Deysi y Patty, porque sin ellas, su apoyo y compañía, no tuviera los más dulces recuerdos de mi adolescencia y a mis amigos Daisy y Eduardo, por todos los momentos compartidos, gracias por su amistad y cariño hacia mí.

MIS COMPAÑEROS Y HERMANOS, Iris y Paco, por la diversión, los desvelos la confianza y la amistad que siempre me brindaron.

Por todos ellos, Padre te doy gracias porque sin ti y sin ellos no hubiera podido llegar hasta culminar mi carrera porque de una u otra manera todos ellos forjaron mi carácter.

Y gracias Padre, también por la vida aquí y más allá y te entrego mi profesión para que me ayudes a usarla para tu servicio. Amén.

Que todo sea para tu gloria y honra. En el nombre de Jesús. Amén

ALICIA

DEDICATORIA

Gracias señor Dios por permitirme obtener este logro en mi vida, sin tu ayuda no lo hubiera alcanzado, gracias por la fuerza y el entendimiento que solo tu palabra puede darme, ayúdame a vivir por ella y que siempre estés tú en primer lugar.

Te doy infinitas gracias por mis PADRES Juan Francisco Fuentes y Martha Sonia de Fuentes, que son los que me han dado todo su apoyo y sus consejos sabios, por tenerlos aún conmigo; te pido puedan estar a mi lado en todo lo que resta de mi vida.

Por mi HERMANO Juan Ernesto Fuentes, bendícelo en su vida. Te agradezco por su ayuda y cariño.

Gracias Jesucristo por toda mi FAMILIA que siempre me ha demostrado su amor y apoyo.

Bendice Señor a mi AMOR Iris Gracibel y a su familia, cuidala y permite que pueda estar con ella el resto de mi vida, te doy gracias por su amor y apoyo en los momentos más difíciles.

Te agradezco Señor por el Hno. Roberto Gonzáles Nieto y su familia, por el consejo oportuno que él me brindó en esta etapa de mi vida.

Te pido Dios que bendigas la vida de mi amigo y Hno. Hugo Javier Rivera, su esposa y su hija, quienes me brindaron sus oraciones y apoyo desinteresado en todo momento.

Señor gracias por mis compañeras de tesis Iris y Alicia, por haber compartido con ellas cada momento difícil y también las alegrías en ésta etapa de mi vida, concédeles lo mejor en sus vidas.

Nuevamente señor, te doy gracias por darme la sabiduría y te entrego ésta profesión para que tu me ayudes a usarla en tu servicio. Amén.

FRANCISCO

DEDICATORIA

Querido DIOS, en este momento tan especial de mi vida, te doy gracias por tu infinito amor, tu fidelidad, por las fuerzas y el valor que me brindas y sobre todo por el consuelo que sólo en ti puedo encontrar.

También te agradezco PADRE AMADO por:

Los dos pilares más importantes en mi vida, los cuales me han dado su amor y apoyo incondicional, MIS PADRES: Crescencio Gómez y Mary de Gómez (gracias viejitos lindos por sus consejos, oraciones y la confianza depositada en mí, ¡los amo!)

MIS HERMANOS: Marvin, Alex y José, los cuales me han demostrado su apoyo y cariño.

Permitirme tener a mi lado a MI ABUELITA: mama Chela, quien nunca se ha olvidado de mí en sus oraciones.

MI AMADO: Juan Francisco, quien me brinda su apoyo y amor; permite que juntos seamos instrumentos tuyos para servirte y honrarte, bendice a su familia, los cuales han sido de gran bendición a nuestras vidas.

MIS TIOS, TIAS y PRIMOS, que estuvieron pendientes de mí en toda mi trayectoria universitaria.

MAMA FLORA, quién fue un apoyo muy importante en mi vida, gracias por tenerla contigo.

Darme la oportunidad de convivir con MI AMIGA Marcia, la cual ha sido como una hermana para mí, bendícela grandemente.

Permitirme trabajar con los mejores COMPAÑEROS, mi amado Francisco y mi hermana en Cristo, Alicia, con los cuales conformamos el mejor equipo de trabajo.

Gracias Señor, porque sin ti no habría podido llegar hasta aquí y sobre todo gracias amado Padre por la salvación de mi vida, es por ello que dedico mi carrera a ti y a tu servicio. ¡Te amo Señor!. Amén

IRIS

RESUMEN

El manual de materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo tiene como propósito, elaborar guías operativas para fabricar materiales de construcción de uso no tradicional para la realización de viviendas de bajo costo. La base para este Trabajo de Graduación está en los estudios experimentales con tierra blanca, arcilla, arena de río y de mina, cemento Pórtland, lodo residual, aceite quemado, agua, etc., todas materias primas nacionales usadas en la realización de diferentes trabajos de graduación, seminarios, proyectos de ingeniería y tesis, todos estos, hechos en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador. Se ha considerado para conformar el manual únicamente los estudios en materiales ensayados con los que se tuvieron buenos resultados en las pruebas a las que fueron sometidas. Los criterios, resistencia, durabilidad, en la calidad, y bajo costo hacen viable la utilización de estos productos, ellos son: bloques huecos o macizos para levantar paredes, recubrimientos para el acabado de las mismas, consistente en repellos, azulejos y pinturas, tubos para el drenaje de aguas negras y otras aguas ya utilizadas que son desecho, teja de micro concreto para cubrir los techos de la vivienda, refuerzos en bloque hueco, hecho de vara de bambú, muro de retención macizo para proteger taludes.

Con las guías operativas (13) hechas para cada material descrito, las personas pueden fácilmente producir en cantidad industrial; para ello, cada guía operativa orienta en el uso general y prontuario, por eso, está estructurada con datos técnicos útiles, procesamientos de las materias primas, métodos y procedimientos constructivos para utilizar los materiales de construcción producidos; así mismo, las especificaciones técnicas a cumplir todo apegado a normas de calidad de la ASTM, ACI y Reglamentación Nacional.

Un ejemplo ilustra las aplicaciones en vivienda utilizando los materiales descritos en un proyecto concreto, para lo cual, se dispone de un juego completo de planos arquitectónicos. Se realizó costeo de la unidad habitacional propuesta con paredes hechas de bloque de piedra pómez tomando éste para comparar costos con los demás bloques, resultando que los costos siempre son más bajos que el costo de

construcción tipo mixto, esto en 16%; sin embargo, cuando la vivienda se hace masivamente y con participación efectiva de la población interesada, en las comunidades, los costos y la inversión son siempre los más bajo que si se hace individualmente; o sea, que con más participación efectiva de la comunidad, la vivienda se obtiene con poca inversión y muy económica. De esta manera, este manual constituye una buena alternativa propuesta para ir superando el déficit de vivienda, y los daños causados por los desastres de los terremotos, como los del diez de octubre de 1986, 13 de enero y 13 de febrero de 2001, desalojo de áreas inundables o de alto riesgo, la necesidad de vivienda digna, precariedad no sólo en los ingresos familiares salvadoreños sino en las formas de vivir de las familias salvadoreñas principalmente de las áreas rurales que son donde está el mayor énfasis de la problemática de vivienda y donde todavía se puede hacer el mejor uso de los espacios para vivir.

**MANUAL DE MATERIALES NO
TRADICIONALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDAS DE BAJO COSTO**

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	Página i
--------------------	-------------

CAPITULO I

MARCO DE REFERENCIA TÉCNICA

Introducción.....	1
1.0 Generalidades.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivo específico.....	8
1.4 Alcances.....	9
1.5 Delimitaciones.....	9
1.6 Justificaciones.....	9
1.7 Metodología de la investigación.....	12
1.8 Características técnicas principales para la elaboración y uso de los materiales.....	13
1.8.1 Materias primas.....	13
1.8.1.1 Agua.....	13
1.8.1.2 Arcilla negra.....	13
1.8.1.3 Arena.....	16
1.8.1.4 Cal.....	17
1.8.1.5 Cemento.....	18
1.8.1.6 Lodos residuales orgánicos.....	20

1.8.1.7 Malla metálica.....	20
1.8.1.8 Piedra pómez.....	21
1.8.1.9 Pinturas.....	21
1.8.1.10 Suelo cemento.....	22
1.8.1.11 Tierra blanca.....	23
1.8.1.12 Vara de bambú.....	24
1.8.2 Tipos de producto según su geometría y uso.....	25
1.8.2.1 Azulejo.....	26
1.8.2.2 Bloque.....	26
1.8.2.3 Ladrillos.....	27
1.8.2.4 Muro de retención.....	29
1.8.2.5 Panel.....	29
1.8.2.6 Teja tradicional.....	30
1.8.2.7 Tubería de concreto.....	31
1.8.3 Técnicas para la transformación y uso de la materia prima.....	32
1.8.3.1 Método de compactación del suelo.....	32
1.8.3.2 Método de mezclado o de revoltura manual del suelo cemento.....	33
1.8.3.3 Método de tamizado de los suelos.....	33
1.8.3.4 Moldeado.....	34
1.8.3.5 Método de prensado en polvo.....	34
1.8.4 Curado y almacenaje de los materiales.....	34
1.8.4.1 Curado al aire.....	35
1.8.4.2 Curado a vapor.....	35
1.8.4.3 Curado por aspersión.....	35
1.8.5 Equipo y herramientas a utilizar.....	36
1.8.5.1 Máquina vibradora.....	36

1.8.5.2 Horno artesanal para celosía hecha de lodos residuales orgánicos.....	37
1.8.5.3 Moldes.....	37
1.8.5.4 Extractor del molde.....	42
1.8.5.5 Mezcladora o concretera.....	42
1.8.5.6 Vibrador.....	43
1.8.5.7 Máquina CINVA – RAM.....	44
1.8.5.8 Máquina bloquera vibradora.....	45
1.8.5.9 Herramientas complementarias.....	46
1.8.6 Tipos de materiales.....	48
1.8.6.1 Panel hecho de malla metálica de gallinero y suelo cemento.....	48
1.8.6.2 Bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú.....	49
1.8.6.3 Bloque de piedra pómez.....	51
1.8.6.4 Bloque de arcilla estabilizada.....	51
1.8.6.5 Celosía hecha de barro complementada con lodos residuales orgánicos estabilizados.....	52
1.8.6.6 Bloque sólido hecho de suelo cemento machihembrado.....	52
1.8.6.7 Recubrimientos para las paredes.....	53
1.8.6.8 Teja hecha de micro concreto.....	54
1.8.6.9 Tubería hecha de suelo cemento.....	55
1.8.7 Costos de fabricación y adquisición.....	55
1.8.7.1 Precios de los materiales.....	56
1.8.7.2 Materia prima en el lugar.....	56
1.8.7.3 Materia prima adquirida.....	56
1.8.7.4 Costos directos.....	57

1.8.7.5 Materiales.....	57
1.8.7.6 Mano de obra.....	58
1.8.7.7 Equipo y herramienta.....	58
1.8.7.8 Costos indirectos.....	59
1.8.7.9 Costo indirecto de operación.....	59
1.8.7.10 Gasto indirecto de obra.....	59
1.8.7.11 Fianzas.....	60
1.8.7.12 Imprevistos.....	60
1.8.7.13 Financiamiento.....	61
1.8.7.14 Costos totales.....	61
1.8.7.15 Costos totales por unidad de habitación.....	61
1.8.7.16 Costo total por proyecto.....	61
1.8.7.17 Costo total por varios proyectos.....	61
1.8.8 Tipos de vivienda por sector productivo.....	62
1.8.8.1 Sector productivo de vivienda	
por el estado.....	62
1.8.8.2 Sector productivo de carácter privado.....	62
Conclusiones.....	63

CAPÍTULO II

GUIÁS TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIALES NO TRADICIONALES ÚTILES EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO

Introducción.....	64
2.1 Paredes.....	66
2.1.1 Guía operativa No 1: fabricación de bloque	
hueco hecho de suelo cemento en	
construcción de paredes en viviendas	
reforzadas con vara de bambú.....	67

2.1.2 Guía operativa No 2: fabricación de bloque hueco de piedra pómez y construcción de paredes en vivienda reforzadas con varillas de hierro.....	83
2.1.3 Guía operativa No 3: fabricación de ladrillo sólido hecho de suelo común arcilloso estabilizado con cemento.....	93
2.1.4 Guía operativa No 4: fabricación de ladrillo sólido elaborado con arcilla, tierra blanca y lodo residual.....	103
2.1.5 Guía operativa No 5: fabricación de bloques machihembrados hechos de suelo cemento.....	111
2.1.6 Guía operativa No 6: fabricación de paneles de suelo cemento reforzados con malla metálica para gallinero.....	121
2.2 Recubrimientos.....	134
2.2.1 Guía operativa No 7: elaboración de recubrimiento en pared a base de cemento y arcilla.....	135
2.2.2 Guía operativa No 8: elaboración de recubrimiento de pega blanca sintética con cal.....	139
2.2.3 Guía operativa No 9: elaboración de recubrimiento en pared a base de sustancia bituminosa.....	143
2.2.4 Guía operativa No 10: azulejo hecho con arcillas negras de pasaquina.....	147
2.3 Techo.....	158
2.3.1 Guía operativa No 11: fabricación de teja de micro concreto y construcción de techo en vivienda.....	159
2.4 Instalaciones hidráulicas para aguas negras y aguas lluvias.....	170

2.4.1 Guía operativa No 12: fabricación de tuberías de suelo cemento para la conducción de aguas negras y aguas lluvias en viviendas.....	171
2.5 Obra de retención en taludes.....	180
2.5.1 Guía operativa No 13: fabricación de muro de retención en taludes utilizando suelo cemento.....	180
Conclusiones.....	191

CAPÍTULO III

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LAS GUÍAS OPERATIVAS

Introducción.....	192
3.1 Módulo habitacional.....	192
3.1.1 Justificación del módulo habitacional.....	192
3.1.2 Planos de la vivienda.....	194
3.2 Especificaciones técnicas.....	196
3.2.1 Trazo.....	196
3.2.2 Concreto ligero de piedra pómez.....	196
3.2.3 Albañilería, revestimiento y pisos.....	199
3.2.4 Estructura y cubierta de techo.....	201
3.3 Presupuesto de la vivienda habitacional.....	203

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Introducción.....	210
4.1 Resultados.....	210
4.1.1 Marco de referencia.....	210
4.1.2 Guías operativas.....	212

4.1.3 Aplicación de criterios.....	213
4.2 Análisis de resultados.....	219
4.3 Interpretación de resultados.....	228

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Consideraciones.....	231
5.2 Conclusiones.....	232
5.3 Recomendaciones.....	235
Bibliografía.....	237
Anexos	
Anexo A. Esquemas de plantas de fabricación de distintos materiales...	243
Anexo B. Realización de prueba de revenimiento.....	246
Anexo C. Manejo de máquina CIMVA-RAM.....	249
Anexo D. Prueba de trabajabilidad.....	251
Apéndice.....	253
Glosario.....	268

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Azulejo.....	26
Figura No. 2. Bloques.....	27
Figura No. 3. Ladrillo sólido de barro.....	28
Figura No. 4. Muro de retención.....	29
Figura No. 5 Teja.....	31
Figura No. 6. Tubería de concreto.....	32
Figura No. 7. Mezclado manual.....	33
Figura No. 8. Máquina vibradora.....	36
Figura No. 9. Horno artesanal.....	37
Figura No. 10. Molde de azulejo.....	38

Figura No. 11. Molde para bloque de suelo cemento.....	39
Figura No. 12. Máquina CINVA – RAM.....	40
Figura No. 13. Molde para tubería de concreto.....	41
Figura No. 14 Concretera.....	43
Figura No. 15 Vibrador.....	43
Figura No. 16 Molde bloque machihembrado.....	44
Figura No. 17. Máquina bloquera vibradora.....	46
Figura No. 18. Herramientas complementarias.....	48
Figura No. 19. Panel hecho de malla metálica y Suelo cemento.....	49
Figura No. 20. Dimensiones de bloques hechos con suelo cemento.....	50
Figura No. 21. Dimensiones de bloque hecho con piedra pómez.....	51
Figura No. 22. Bloque hecho con suelo cemento Machihembrado.....	53
Figura No. 23. Teja hecha con micro concreto.....	55
Figura No. 24. Curado horizontal de vara de bambú.....	73
Figura No. 25. Método 3-4-5 para realizar el trazo.....	75
Figura No. 26. Trazo en terreno auxiliado con niveleta.....	77
Figura No. 27. Detalle de pared con su respectivo Refuerzo longitudinal y transversal.....	80
Figura No. 28 a. Solera intermedia y solera de coronamiento.....	100
Figura No. 28 b. Nervios en pared de ladrillo.....	100
Figura No. 29. Acopio de ladrillos previo al cocido.....	108
Figura No. 30. Bloques ensamblados.....	118
Figura No. 31. Forma de colocación de los bloques.....	118
Figura No. 32.. Armadura de alacrán.....	127

Figura No. 33. Sección transversal de alacrán.....	127
Figura No. 34. Moldeado de la columna.....	128
Figura No. 35. Colocación del paño plástico en la mesa vibradora.....	163
Figura No. 36. Colocación de la mezcla en el marco metálico Que contiene el paño de plástico.....	164
Figura No. 37. Traslado de la mezcla vibrada del molde de la teja.....	164
Figura No. 38. Tejas apiladas en forma horizontal.....	165
Figura No. 39. Dimensiones del muro.....	186
Figura No. 40. Parte del molde de tableros frontales del muro.....	187
Figura No. 41. Sección del molde de tableros laterales del muro.....	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1. Datos útiles para fabricar bloque de suelo cemento.....	71
Tabla No.2. Valores útiles de varilla de refuerzo hecha de bambú...	74
Tabla No.3. Proporciones del mortero por volúmenes.....	79
Tabla No.4. Valores útiles para fabricar bloque de piedra pómez.....	86
Tabla No.5. Especificaciones para la fundación de una vivienda tipo.....	87
Tabla No.6. Datos para fabricar ladrillo de arcilla estabilizada con cemento.....	96
Tabla No.7. Datos útiles para fabricar ladrillo hecho de barro con Lodo residual.....	106
Tabla No.8. Datos para fabricar bloques machihembrados de Suelo cemento.....	115
Tabla No.9. Datos útiles para la fabricación del panel.....	126
Tabla No.10. Datos para elaborar la mezcla de recubrimiento a base de cemento y arcilla.....	137

Tabla No.11. Datos para elaborar la mezcla de recubrimientos de pega Blanca sintética con cal.....	141
Tabla No.12. Datos útiles para fabricar los azulejos.....	149
Tabla No.13. Datos útiles para la elaboración de la teja.....	162
Tabla No.14. Datos útiles para fabricar tuberías de suelo cemento...	173
Tabla No.15. Datos útiles para la elaboración de la mezcla de Suelo cemento.....	183
Tabla No.16. Propiedades mecánicas para una mezcla de arena limosa.....	184
Tabla No.17. Resumen del costo de la vivienda por partidas generales.....	203
Tabla No.18. Resumen del costo de la vivienda por partida.....	204
Tabla No.19. Resumen materiales y mano de obra sin ayuda Comunitaria.....	205
Tabla No.20. Resumen materiales y mano de obra con ayuda Comunitaria.....	207
Tabla No.21. Resumen de la aplicación de criterios.....	214
Tabla No.22a. Resumen de materiales descritos en las guías Operativas.....	220
Tabla No.22b. Resumen de materiales descritos en las guías Operativas.....	221
Tabla No.23. Costo por mt ² de construcción con diferentes materiales.....	222
Tabla No.24. Costo comparativo por mt ² de pared utilizando Diferentes materiales comúnmente utilizados en el país.....	224
Tabla No.25. Cantidades de materiales utilizados en la elaboración De 1mt ³ de mezcla para la fabricación de bloques, ladrillos y panel, para hechura de paredes.....	225

Tabla No.26. Cantidades de materiales requeridas en la elaboración de mezcla para el pegamento de bloques y ladrillos en 1m ²	226
Tabla No.27. Otros estudios realizados.....	227

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama No.1. Paredes.....	66
Diagrama No.2. Proceso de guía No.1.....	70
Diagrama No.3. Proceso de guía No.2.....	85
Diagrama No.4. Proceso de guía No.3.....	95
Diagrama No.5. Proceso de guía No.4.....	105
Diagrama No.6. Proceso de guía No. 5.....	114
Diagrama No.7. Proceso de guía No. 6.....	124
Diagrama No.8. Recubrimiento.....	134
Diagrama No.9. Proceso de guía No. 7.....	136
Diagrama No.10. Proceso de guía No. 8.....	140
Diagrama No.11. Proceso de guía No. 9.....	144
Diagrama No.12. Proceso de guía No. 10.....	148
Diagrama No.13. Techo.....	158
Diagrama No.14. Proceso de guía No. 11.....	160
Diagrama No.15. Instalaciones hidráulicas.....	170
Diagrama No.16. Proceso de guía No. 12.....	172
Diagrama No.17. Obra de retención.....	180
Diagrama No.18. Proceso de guía No. 13.....	182
Gráfica No.1. Costo por m ² de construcción en diferentes tipos de paredes.....	223

SIGLAS

- DUA : Dirección de Urbanismo y Arquitectura
- FONAVIPO : Fondo Nacional de Vivienda Popular
- FSV : Fondo Social para La Vivienda
- FUNDASAL : Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima
- IVU : Instituto de Vivienda Urbana.
- ONG'S : Organizaciones no gubernamentales.
- VMVDU : Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.
- MOP : Ministerio de Obras Publicas.
- ASTM : Sociedad Americana para pruebas de material.

INTRODUCCIÓN

Los métodos convencionales para la construcción de viviendas y las políticas con que se desarrollan los proyectos de vivienda de bajo costo hacen que se busquen materiales de construcción no tradicionales que alternativamente puedan servir de solución para la problemática de obtener una vivienda para la población de escasos recursos económicos.

El manual recopila estudios experimentales con materiales no tradicionales que se han realizados en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador. La información técnica sistematizada corresponde a resultados satisfactorios de bajo costo.

Los conceptos que sustentan los estudios que están aplicados en las guías operativas son la calidad de los materiales, los resultados de pruebas, los sencillos procesos de elaboración y el uso de los materiales en los procesos constructivos.

Para un mejor entendimiento de las guías se muestra el ejemplo de aplicación de las guías que consiste en la utilización de los materiales propuestos en el manual para una vivienda económica presentando los planos necesarios para su elaboración así como su respectivo costo.

Como siguiente punto se detallan los resultados obtenidos a lo largo de la realización del manual y el análisis de los costos de la vivienda económica elaborada en la ejemplificación, además de comparaciones entre las alternativas de elaborar las viviendas con los diferentes materiales que proponen las guías operativas para que las personas vean que existen varias opciones para que escojan lo que más les favorezca.

Como punto final se exponen las consideraciones, conclusiones y recomendaciones del manual.

CAPÍTULO I
MARCO DE REFERENCIA TÉCNICA

INTRODUCCIÓN

Este capítulo como base fundamental del trabajo de graduación, recopila un marco de referencia teórico conteniendo las características técnicas principales para la elaboración y uso de los materiales no tradicionales en la construcción de viviendas de bajo costo; el cual se divide en ocho partes principales, en la primera y segunda parte se presentan conceptos de los diferentes tipos de materias primas para la elaboración de los materiales que se expondrán posteriormente en las guías técnicas y los tipos de productos que se han clasificado de acuerdo a su geometría y uso, respectivamente.

La tercera parte es un detalle de las técnicas para transformación y uso de la materia prima, tales como el método de compactación, tamizado, moldeados, entre otros, luego se describen los tipos de curado y almacenaje del material como la cuarta parte del trabajo y el equipo y herramientas constituyen la quinta parte.

Los materiales de construcción propuestos son bloques, teja, tubos, muros, éstos, hechos de materias primas que describen las guías operativas, finalizando con la descripción de los diferentes tipos de costos como costos directos, indirectos, totales y los tipos de vivienda por sector productivo.

1.0 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La falta de vivienda adecuada como evidencia de pobreza, también se manifiesta como un problema de interés público, con más importancia desde la década de los años cincuenta, por lo cual se creó la Dirección General de Urbanismo y Arquitectura (DUA), y el Instituto de Vivienda Urbana (IVU), la primera con el objetivo de ser la institución encargada de planificar y ejecutar obras públicas y de desarrollo urbano, y la segunda para incrementar la producción de vivienda del estado en el sector urbano;

aunque la producción de viviendas del IVU sólo fue de gran cobertura urbana, ésta sólo favoreció al sector de la clase media. En el año de 1973, se creó el Fondo Social para la Vivienda, (FSV), como parte del sistema de seguridad social del país; una vez más, la producción de viviendas se orientó a estratos sociales medios y no a los estratos sociales más necesitados, que son los que no tienen un trabajo fijo y no perciben los ingresos mensuales necesarios para poder cotizar préstamos y adquirir sus viviendas. En el año 1979 se fundó el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU), adscrito al Ministerio de Obras Públicas (MOP), siendo su atribución principal planificar, formular, y dirigir la política nacional de vivienda y desarrollo urbano. El informe trimestral del VMVDU de enero-marzo 2000, mostró que en el año 1998 se registró un déficit de 559,704 unidades habitacionales, donde el 91.9% correspondía a un déficit cualitativo o viviendas que necesitaban mejoramiento en sus componentes estructurales (techo, pared o piso) o sus servicios básicos (agua y luz), y el 8.1% correspondía a un déficit cuantitativo, el cual era la necesidad de vivienda nueva debido al crecimiento de hogares; estas cifras reflejaban que cerca de 2.5 millones de Salvadoreños carecían de vivienda digna, es decir, que el 41.3% de la población total han vivido en condiciones deficitarias de su vivienda. El 17 de Junio de 1992 se instituyó el Fondo Nacional de Vivienda Popular (FONAVIPO), con el fin de conceder oportunidades para que las familias de más bajos ingresos puedan tener acceso a una vivienda digna y buscar mecanismos que les permita superar su condición habitacional. También se han creado organizaciones no gubernamentales, ONG'S, las cuales están conscientes de la problemática de vivienda; tal como FUNDASAL, la cual fue creada en el año 1968, dedicada íntegramente a los sectores de población marginada, su trabajo está encaminado a apoyar las iniciativas de estos sectores en la búsqueda de alternativas de solución y ejecución de acciones para superar las carencias impuestas, tanto por sus condiciones de pobreza, como por su exclusión en ser beneficiados con proyectos estatales, como por ejemplo, construcción con ayuda mutua; esta fundación además de apoyar, aporta sus experiencias realizadas, en la elaboración de materiales alternativos para la construcción de viviendas, recopilando algunas experiencias donde se dan a

conocer materias primas, procedimientos de fabricación de material y procesos constructivos para la realización de las viviendas. En esta problemática, la fundación HABITAT, promueve el mejoramiento integral de la persona, la familia y las comunidades de escasos recursos económicos, especialmente mediante la solución de los problemas habitacionales y ambientales, tanto en zonas urbanas como rurales; esta institución privada, “sin fines de lucro”, logró su creación formal en el año 1986 debido al desastre ocasionado por el terremoto del 10 de Octubre de ese mismo año, en el cual miles de familias de las zonas más pobres de la capital, San Salvador, quedaron sin vivienda; y HABITAT comenzó con dar respuestas a las necesidades de techo de aquellas familias damnificadas.

Todas estas organizaciones tienen como finalidad, proporcionar una “vivienda digna” a las personas de escasos recursos económicos; ya que las cifras de necesidad de vivienda se han incrementado, debido a los terremotos ocurridos el trece de Enero y trece de Febrero de 2001, pues esos acontecimientos dañaron y destruyeron 300,000 viviendas¹; siendo más afectadas las del sector rural del país, así mismo se incrementaron las necesidades habitacionales de las personas y sus familias. El mejoramiento en la calidad de vida de las personas ha sido una razón por la cual se han hecho esfuerzos para realizar investigaciones sobre los materiales de construcción; comprobar su calidad y funcionabilidad y así como recomendar los materiales apropiados en la construcción de viviendas; sin embargo, existen sectores de la población necesitada de vivienda, que se ven limitados económicamente en adquirir materiales de buena calidad debido a la escasez de sus ingresos bajos, edificando sus viviendas con materiales que tienen a su disposición y sin ninguna orientación técnica que les sirva de guía en la construcción de sus viviendas. En busca de coadyuvar a la solución de tal situación, a través de las últimas cuatro décadas del siglo XX, la Universidad de El Salvador ha desarrollado manuales para diferentes disciplinas; así, en los años sesenta se hizo un manual temático sobre el uso de materiales tradicionales de

¹ Fuente: El Diario de Hoy, Suplemento Hablemos, Domingo 18 de Marzo de 2001.

construcción que incluía la descripción de diversos materiales como: ladrillos, bloques, tejas, tipos de celosías, a la vez de mostrar los procesos constructivos, técnicas de construcción y el manejo para cada material. También se han elaborado manuales para el uso de la madera y de estructuras de acero; el primero fue orientado a explicar los tipos de maderas y sus aplicaciones, y el segundo a técnicas aplicadas y procesos constructivos; pero ninguno de estos resuelve un problema específico, y no están dirigidos a viviendas de bajo costo. En los años setenta se elaboró el Manual del Ingeniero Constructor, donde se hace una reseña de materiales de construcción tradicionales más utilizados en esa época, ejemplificando su uso. A partir de la década de los años ochenta se han realizado manuales para utilizarlos de guías para formular proyectos de infraestructura social y muestran ejemplificadamente cómo realizar las gestiones para que las personas realicen sus proyectos con ayuda de las alcaldías; y también como guías de cálculo y construcción, así como de costos y supervisión de obras, que están basados en planeamientos y administraciones de obras, aunque tampoco están orientadas específicamente a viviendas de bajo costo, sino, por el contrario, orientan el desarrollo y programación de construcciones como grandes edificios o urbanizaciones para familias de ingresos altos. A la fecha, aún no se dispone de un manual que compile todos los esfuerzos que se han realizado sobre materiales no tradicionales como: tejas de micro concreto, bloques de varios tipos, tuberías de suelo cemento, que son útiles en la construcción de vivienda de bajo costo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En los últimos 40 años, las personas de escasos recursos económicos e ingresos bajos, han luchado por obtener una vivienda digna para desarrollarse en los lugares que permanecen o viven, enfrentándose a diversos problemas como los altos costos actuales de los materiales de uso tradicional para la construcción de viviendas; debido al incremento anual de los precios en las materias primas como el cemento, con el cual se

fabrican bloques de concreto, ladrillo para pisos, láminas de diferentes materiales para techos, entre otros; por otra parte el pago del transporte de materiales no existentes cerca del lugar de construcción como la grava, piedra, y arena, provoca también un incremento en el costo final del mismo ya que se extraen de bancos de explotación y se acarrearán de acopios que están lejanos. Este tipo de habitantes por no contar con un empleo estable, el cual les brinde ingresos constantes, los conduce a generar el problema de autoconstrucción deficiente, recurriendo a utilizar materiales de mala calidad, con los cuales construyen sus viviendas de manera precaria al no tener acceso a conocimientos técnicos básicos de construcción; por lo cual, hacen fundaciones sin tomar en cuenta condiciones de estabilidad y carga a soportar, o construcciones en terrenos no adecuados para habitar, generando un peligro y no un beneficio para ellos.

En el país, hace dos décadas se generó el éxodo de la población de las zonas rurales hacia las urbanas debido a doce años de conflicto interno, lo cual propició mayor surgimiento de asentamientos populares; así mismo, los terremotos del trece de enero y trece de febrero de 2001 contribuyeron al surgimiento de nuevos asentamientos populares formados por familias que emigraron de sus lugares de origen desde el interior del país hacia la ciudad, por haber perdido sus viviendas, buscando mejores oportunidades de trabajo las cuales les puedan ayudar a solventar sus necesidades económicas y lograr adquirir una vivienda digna que cumpla con los requerimientos mínimos de seguridad, ya que el tipo de vivienda que habitan tienen la característica principal de ser improvisadas e inseguras, comúnmente las construyen utilizando materiales como: desperdicios de lámina galvanizada, madera usada, bahareque, adobe, ladrillo y bloque de mala calidad o usado, cartón, llantas; usualmente se encuentran habitando en zonas de alto riesgo como quebradas o cerca de taludes y suelos inestables que no son capaces de soportar por un largo período las severas inclemencias del tiempo; a estas viviendas así construidas no les dan mantenimiento y las descuidan totalmente; a la vez, los terremotos contribuyen a aumentar los riesgos al producir deslizamientos en los taludes en estos tipos de zonas; así mismo, las inundaciones, productos de lluvias torrenciales hacen que ocurran desbordamientos en las riberas de

ríos del país y en las zonas costeras, poniendo en peligro la vida de las personas que construyen sus viviendas en las cercanías de estos lugares; éstos, por no tener fuentes de ingresos económicos, no cuentan con los recursos necesarios para la obtención de un lugar seguro para la realización de sus viviendas o para poder minimizar los riesgos naturales, haciendo obras de protección alrededor de la misma como protección de taludes adyacentes, bordas de ríos para evitar desbordamientos del agua, dañando las viviendas o cultivos que se tengan en la zona. Toda esta situación es generada por la falta de recursos económicos lo cual favorece a que éstas personas busquen lugares inapropiados para edificar sus casas y por lo tanto construyen de forma deficitaria y sin la orientación pertinente de un técnico en la construcción. En este último aspecto lo que se origina, a parte de una mala construcción, es también un desorden habitacional en términos urbanísticos; ya que cada quien construye donde mejor le parece sin tomar en cuenta áreas de desarrollo urbano o rural u ordenamiento que posiblemente las municipalidades tengan definidas o proyectadas; pero que por el mismo desconocimiento de las personas inexpertas que gestan estas ideas, no se respeta o se toman en cuenta muchas veces. En la problemática de solución habitacional, muchas entidades privadas, de gobierno, fundaciones, ONG'S, etc. cada vez han instalado "viviendas temporales" a familias de escasos recursos económicos. Esta "solución", a largo plazo sólo ha traído más problemas, ya que éstas personas por no contar con los ingresos necesarios para adquirir un préstamo y así hacerse de sus viviendas, optan por residir permanentemente en este tipo de vivienda de corto periodo de vida útil. La otra parte de la población de escasos recursos económicos afectada por los terremotos del trece de Enero y trece de Febrero de 2001 que perdieron sus viviendas, optaron por quedarse en sus lugares de origen, buscan materiales alternativos para construir sus viviendas o reforzar las que aún no se derrumbaron; en esta parte, es necesario que las organizaciones que apoyen o promueven viviendas creen un medio para poder difundir las alternativas, que se tienen en los materiales de construcción, hacerles llegar los documentos y además brindarles capacitación para que puedan edificar sus viviendas o

reparar aquellas que solamente se encuentran dañadas, siempre bajo la supervisión de una persona experta en el área de la construcción.

La Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador, conciente de la problemática y de la necesidad de estas personas, ha realizado estudios y trabajos experimentales en la elaboración de materiales para la construcción de viviendas de bajo costo como: tejas de micro concreto, lámina cemento henequén, tuberías de suelo cemento, tuberías de suelo cemento gravilla, paneles con distintos refuerzos, recubrimientos para la protección de paredes con diferentes combinaciones de materias primas como: pegamento para madera usada en carpintería con cal hidratada, sustancias bituminosas y pinturas, mezclas de cemento y pinturas, lechadas de cemento y arcillas; también bloques huecos y macizos de varios tipos como por ejemplo de suelo cemento, piedra pómez, lodos residuales orgánicos estabilizados, arcilla estabilizada, para que sirvan a las personas en la realización de sus casas de habitación apegados a criterios técnicos como geométricos, técnicas y tecnologías en el proceso de fabricación, explicando desde la obtención de las materias primas, hasta la construcción de su vivienda, indicando especificaciones y normas técnicas que son necesarias para su realización. De todos estos estudios, no todos han dado un resultado satisfactorio ya que, unos al ser llevados a la práctica, se comprobó que su uso es inapropiado en la construcción de viviendas, otros no pasaron las pruebas de calidad y resistencia a las cuales fueron sometidos, y muchos resultan ser más costosos que los materiales utilizados tradicionalmente. Estos esfuerzos no se han sistematizado y difundido para disponerlos de apoyos a los usuarios técnicos y no técnicos de una manera útil y sencilla. Por lo cual, es necesario compilar todos estos estudios de materiales que sean aceptables en la construcción de viviendas de bajo costo, como una alternativa para las personas de escasos recursos económicos y disponerlos en un manual que contenga las guías de apoyo técnico; además; que oriente sobre los costos de fabricación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Elaborar un manual de materiales no tradicionales, estableciendo su costo actual para la construcción de viviendas de bajo costo, ejemplificando su uso.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Compilar los estudios realizados en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador, relativos a materiales de construcción y sus costos de fabricación que son útiles para la construcción masiva y autoconstrucción de viviendas de bajo costo en cualquier lugar del país.
- Mostrar el procesamiento con distintas materias primas para elaborar materiales de construcción como: bloques, tubos, tejas.
- Ejemplificar el uso del manual aplicado a un problema específico.

1.4 ALCANCES

De los estudios realizados en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador, sobre materias primas utilizadas en la fabricación de bloques, tejas, tuberías, para elaborar paredes y techos en la construcción de viviendas de bajo costo, éstos se sistematizarán de acuerdo a su uso en forma de guía técnica en el manual, y de una forma sencilla, de modo que puedan ser entendidos por personas interesadas, en materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo, ya sean estos técnicos o no técnicos, y contribuir a la solución del problema de viviendas construidas improvisadamente con materiales de mala calidad que las personas tienen a su alcance; además de dar la opción para producir en serie los materiales a través de una

masificación local. Las guías mostrarán el procesamiento de las distintas materias primas para elaborar materiales de construcción. La aplicación de lo expuesto en el manual, se hará con un ejemplo en una casa de habitación tipo, que será muy económica además de enriquecerlo con otras experiencias desarrolladas que proporcionen confiabilidad sobre el uso del manual y su factibilidad en la construcción.

1.5 DELIMITACIONES

Ya que el propósito de este estudio es contribuir al mejoramiento del nivel de vida de las personas y de los lugares donde viven, que éstos sean seguros, la información a sistematizar se basará únicamente en los estudios realizados por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador; ya que está cuenta con investigaciones formales en las cuales se tiene resultados técnicamente comprobados, pero se encuentran dispersos, como también necesitan ser depurados, seleccionando aquellos materiales que han tenido resultados satisfactorios en la construcción de viviendas de bajo costo, y eligiendo aquellos materiales que no sobrepasan en costos a los materiales de uso tradicional, para una vivienda más económica.

1.6 JUSTIFICACIONES

En la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador se han desarrollado desde los años sesentas hasta la fecha, 2001, estudios y trabajos experimentales relacionados con la elaboración de materiales de construcción para viviendas de bajo costo, en los cuales se utiliza tecnología alternativa a la tradicionalmente conocida, que proporcione opciones al usuario y expanda el campo de la investigación, con el fin de mejorar la calidad de los materiales mediante pruebas elaboradas en cada una de ellas y reducir además los costos en la construcción de viviendas. Estas investigaciones se encuentran dispersas; no hay un documento que

reúna sistematizadamente toda esta información técnica, la cual esté al alcance de las personas como una guía para la construcción de sus viviendas usando estos materiales. Tradicionalmente se utilizan los materiales que el comercio tiene a su disposición, como bloques de concreto, hierro, ladrillo de barro para paredes, ladrillo de cemento para piso, hechos en fábricas, cuyo costo va más allá de los presupuestos familiares, ya que en el ingreso que perciben en concepto de remuneración por su trabajo no está incluido este tipo de gastos, generalmente a costo muy alto, debido a impuestos que se van cargando hasta llegar a los consumidores finales, esto sucede porque no se dispone de los medios para propiciar costos más accesibles, como facilidades para proporcionar créditos de vivienda con montos bajos para personas de escasos recursos económicos, bajos ingresos, competencia entre proveedores que incentiven hacia la disminución del costo de la materia prima o del producto terminado, así como acciones de protagonismo por parte de los interesados para producir sus propios materiales de construcción, desarrollando técnicas apropiadas para la transformación de la materia prima natural y de fácil adquisición que generalmente se dispone en lugares donde existen las necesidades de las familias que quieren superar su problemática de vivienda. Bajo ese punto de vista, el problema radica en la falta de asesoramiento hacia las personas por parte de organismos o instituciones públicas y privadas destinadas a este tipo de ayuda a la población que puedan orientarlas sobre cómo y dónde desarrollar su vivienda; aquí juega un papel muy importante la alcaldía o la municipalidad del lugar, ya que es la que directamente debería estar involucrada y ser protagonista en el desarrollo de los pobladores de la comunidad que tienen a su cargo; hacer obras de desarrollo habitacional en conjunto con el gobierno local y dar la correspondiente guía a sus habitantes de cómo y dónde buscar ayuda, qué trámites a realizar, en fin todo aquello relacionado a la obtención del terreno y construcción de su vivienda. Por otra parte también, con la ayuda de personas expertas nacionales o internacionales, dar asesoramiento en cómo fabricar y hacer uso de los materiales no tradicionales para propiciar la construcción de sus viviendas a un bajo costo que pueda estar al alcance del presupuesto de familias de escasos recursos económicos.

La necesidad de vivienda se ha agudizado a raíz de los terremotos del trece de Enero y trece de Febrero de 2001, uno de los sectores más afectados ha sido el de la población rural, donde la adquisición de vivienda es mínima debido a la escasez de ingresos por producción o salario. Por eso los pobladores nuevamente deciden construir sus viviendas de la misma forma que lo hacían antes, a partir de materiales que tienen a su disposición tales como: adobe, bahareque, lámina y madera. Esto no se puede prohibir, pero se puede ir superando con mejoramientos en la fabricación y uso del mismo material, si se da asesoramiento de cómo elaborar el material en forma correcta a partir de conocimientos técnicos científicamente comprobados, obteniendo así materias primas de buena calidad que se tienen a la disposición, y que son de uso alternativo en la construcción de sus viviendas, evitando poner en peligro sus vidas y las de los demás, por el uso de materiales deficientes y por falta de conocimientos en el área de la construcción. Existe también personas que aún poseen sus viviendas con sus cimientos en buen estado, paredes levantadas, las cuales sólo sufrieron daños en algunos de sus componentes estructurales, estas viviendas pueden reforzarse adecuadamente haciendo uso de materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo, tal como el levantamiento de paredes utilizando refuerzo con vara de bambú, con bloques de suelo cemento u otros. Por ello, se vuelve necesaria la realización de un manual que compile y ordene toda la información técnica disponible hasta la fecha y que pueda ser útil, en la cual se utilice tecnología alternativa, este debe ser redactado de forma sencilla para que las personas puedan entender, utilizar y tener la opción de disponer de materiales de construcción que estén al alcance de sus presupuestos de gasto para adquirir su vivienda, incidiendo así, en mejorar la calidad de vida, la superación social y hacer más eficientes los ingresos de las personas, ya que se les da la opción de protagonismo en la elaboración de sus propios materiales de construcción, a la vez que se solventa en parte la necesidad de vivienda que atraviesa el país; dando lugar a que ellos mismos construyan sus viviendas, sintiéndose parte importante de la solución y dando a conocer a otros estas técnicas; reproduciéndose así este tipo de tecnologías entre las comunidades o poblaciones, incorporándose estos al desarrollo productivo del país a

través de talleres o fábricas que funcionen con materia prima y mano de obra local generando ingresos para beneficio de los habitantes y del país en general.

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN A DESARROLLAR

La metodología de la investigación a desarrollar durante el estudio será la siguiente:

Se recopilará la información documentada existente en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador sobre el tema a tratar, para tener una base de datos técnicos obtenida de trabajos de graduación, seminarios de graduación y proyectos de ingeniería de donde parten los antecedentes en el desarrollo del tema. Posteriormente se procederá a depurar la información encontrada, utilizando solamente los estudios que se refieran al tema planteado en el perfil, de los cuales, se elegirán los que se usarán para elaborar el manual, y se sistematizarán en base a una estructura sencilla y de fácil entendimiento, presentando cada material con sus datos generales como: nombre del material, dimensiones, materias primas, equipo y herramientas, y su respectivo costo; luego se mostrará su proceso de fabricación, ventajas, desventajas y finalizando con las recomendaciones para el uso del material; todo esto planteado con el propósito de agrupar en forma fácil el contenido y dejar establecidas claramente las ideas primordiales de las guías, éstas se dividirán en cinco actividades generales que son: paredes, recubrimientos, techos e instalaciones de aguas negras y aguas lluvias y muro de retención. Seguidamente de la elaboración de las guías se realizará la aplicación de criterios, la cual consiste en explicar el uso de cada guía, ya que esta parte servirá para que el usuario del manual utilice las guías sin dificultad. El análisis e interpretación de resultados se obtendrán de lo que se ha expuesto. Para un fácil manejo de las guías, es necesaria una ayuda que oriente a las personas a la utilización eficiente de éstas, basándose en el ejemplo de aplicación, que sigue pasos secuenciales desde la fabricación del material hasta la construcción de la vivienda tipo,

usando directamente, los materiales no tradicionales de bajo costo establecidos en la guía, estimando a la vez el costo de la vivienda.

Las conclusiones y las recomendaciones sugeridas se harán en base a la experiencia del trabajo realizado en la compilación de los estudios para el mejor desempeño y funcionamiento del manual.

1.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPALES PARA LA ELABORACIÓN Y USO DE MATERIALES.

1.8.1 MATERIAS PRIMAS

Son los componentes utilizados para la elaboración de un material y que se encuentran en su estado natural, es decir, que aún no han pasado por un proceso de transformación.

1.8.1.1 Agua

Es el líquido de mezclado por excelencia, es incoloro, inodoro y su peso específico es igual a 1000 kg/m^3 . Las características del agua utilizada para mezclar las materias primas para elaborar materiales de construcción como el concreto, influyen en la calidad de los materiales a realizar, pues el agua contaminada o sucia tiene un efecto negativo en los procesos físicos y químicos tal como el fraguado y endurecimiento del concreto. El agua debe ser fresca y limpia, preferiblemente agua potable ordinaria que no contenga un sabor u olor pronunciado. Las impurezas en el agua no sólo afectan en el tiempo de fraguado y la resistencia, sino también son causa de eflorescencia, manchado, inestabilidad volumétrica y menor durabilidad.

1.8.1.2 Arcilla Negra

Es un material terroso de agregados minerales particulares como las micas que pueden ser pedregoso o grumoso, contienen esencialmente silicatos hidrosos de alúmina, es plástica cuando esta suficientemente pulverizada y

humedecida, rígida cuando está seca y vidriosa cuando es horneada a una temperatura suficientemente elevada de 800°C a 900°C. El origen y las características específicas de las arcillas negras, están estrechamente relacionados con la construcción. Entre sus características se tienen las siguientes:

- Textura: son algunas veces suelos limosos o arenas con contenidos de arcilla que van del 40% al 60%, pero pueden alcanzar el 80% ó no pasar del 30%, estos contenidos son válidos en estratos de por lo menos un metro de espesor. En algunos casos los porcentajes aumentan gradualmente con la profundidad mientras que en otros disminuye. La proporción de limo a arcilla negra es del 10% al 40% del total del suelo. La fracción arenosa es generalmente baja, sin que se encuentre arena de grano duro en casi ninguno de estos suelos.
- Acidez o alcalinidad (PH): el PH depende de la composición del material de partida, de las condiciones topográficas y climatológicas. Los valores de PH de las capas superficiales de las arcillas negras varían usualmente entre 6.0 y 7.5 pero cuando el contenido de Carbonato de Calcio (CaCO_3) es elevado varían de 7.2 a 8.5. Las arcillas negras son frecuentemente más ácidas cuando están situadas en depresiones importantes sometidas a inundaciones estacionarias y a una subsiguiente lixiviación más intensa.
- Densidad Aparente: en las arcillas negras su densidad varía de 1.7 gr/cm^3 a 2.0 gr/cm^3 encontrándose siempre los valores de 1.8 en el perfil débilmente granular situado inmediatamente debajo de la superficie, entre estos valores se caracterizan como arcillas muy densas.

- **Materia Orgánica:** el contenido de materia orgánica de las arcillas negras es relativamente bajo, encontrándose con valores diversos según la región. La relación carbono / hidrógeno (C / H) varía con la profundidad, normalmente entre 10.0 y 14.0, algunas veces llega a 16.0 en suelos que se inundan periódicamente.

- **Plasticidad:** es la característica más notable de las arcillas, que les permite moldearse fácilmente; las arcillas tienen una plasticidad muy variable. Las arcillas aglutinantes que poseen estas características en grado sumo se llaman “arcillas grasas”, mientras que las arenosas se llaman “arcillas pobres”.

- **Color:** las arcillas negras son de tonos oscuros sin que éstos se deban a la cantidad total de materia orgánica presente, puesto que las arcillas negras tienen un contenido de humus relativamente bajo. Esta coloración es debida a los óxidos acetálicos u otros constituyentes minerales como el sodio y magnesio.

- **Vitrificación:** el período de vitrificación se divide en tres fases:
 - 1° fase: Vitrificación incipiente: sólo se forma suficiente vidrio para aglutinar los granos.
 - 2° fase: Vitrificación completa: los espacios intermedios se llenan con material fundido, pero la masa conserva su forma.
 - 3° fase: Fusión: es el estado en que el cuerpo se ablanda hasta el punto de no conservar su estado sólido.

Los productos cerámicos se cuecen en hornos a altas temperaturas hasta unos 1200°C para producir en ellos las propiedades físicas adecuadas para los diferentes usos a que se destinan y la cocción debe producir un estado comprendido entre las dos primeras fases citadas

o bien la segunda de ellas. Si el producto ha llegado a la fusión se califica de sobre cocido.

- Resistencia: en las arcillas secas y en las cocidas se determina la resistencia a la tracción, a la flexión y a la compresión. Los productos cocidos, especialmente las piezas para la construcción, suelen probarse a la compresión. La resistencia en seco de las arcillas es importante porque casi todos los productos de fabricación con arcilla se manejan en estado seco. La resistencia de las arcillas cocidas depende del uso al que haya de someterse el producto.

1.8.1.3 Arena

Es el material granular fino que resulta de la disgregación natural de las rocas o de la trituración de las mismas; está formada por fragmentos de roca sana y de granos duros y siempre con un tamaño inferior a los 5 mm de diámetro. Para su uso se clasifican según su tamaño, para tal fin, se les hace pasar por tamices que van reteniendo los granos más gruesos mientras dejan pasar los más finos. Su clasificación más común es la siguiente:

- Arena Fina: está formada por los granos que pasan por un tamiz de mallas de 1 mm y son retenidos por otros de 0.25 mm.
- Arena Média: es la constituida por granos que pasan por un tamiz de 2.5 y son retenidos por otro de 1 mm.
- Arena Gruesa: es la obtenida cuando sus granos pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5 mm.

También las arenas se pueden clasificar según su procedencia así:

- Arena de río: es la más común y muy aceptada, y que, no está muy contaminada de materias terrosas.

- Arena de mar: es originada por el desmenuzamiento de las rocas por las olas, pero tiene el inconveniente de llevar sales que entorpecen el fraguado del cemento y hay que lavarlas intensamente.
- Arena de mina: llamada también arena fósil, se encuentra depositada en diversos lugares desde tiempos pasados, limpia de tierras y sus granos son menos redondos que las del río y mar. En ambientes volcánicos y lacustre son abundantes tal como la arena de Aramuaca en San Miguel.
- Arena de cantera: se obtiene artificialmente por el machaqueo de rocas duras que generalmente contienen partículas de arcilla que obligan también a lavarla.

La granulometría de las arenas es importante, dado que, ésta determina la buena composición de los distintos tamaños de los agregados para elaborar morteros o concretos, lo cual se traduce en que la resistencia de estos sea menor o mayor, o cumpla con los valores requeridos.

1.8.1.4 Cal

Es el producto natural que resulta de la calcinación y descomposición de las rocas calizas, calentándolas a temperaturas superiores a los 900⁰C. Así, se obtiene la denominada cal viva, por eso debe ponerse en contacto con el agua para que se apague, esto es, añadiendo agua, con lo que el óxido de calcio se transforma en hidróxido de calcio; este nuevo material recibe el nombre de cal apagada y puede presentar un aspecto polvoriento o pastoso según sea el apagado.

Desde el punto de vista de su empleo en la construcción y atendiendo a su fraguado, las cales pueden ser aéreas e hidráulicas; la cal aérea está constituida fundamentalmente por óxido de calcio que tiene la propiedad de endurecer después de ser amasado con agua, solamente en contacto con el aire por acción del anhídrido carbónico. La cal hidráulica procede de la calcinación de las rocas

calizas que contienen más del 5% de arcilla, esta es la más empleada en la construcción dado que este aglomerante es de fraguado lento y escasa resistencia mecánica y se emplea para aglomerante de los morteros.

1.8.1.5 Cemento

Es un material artificial compuesto, en forma de un polvo muy fino que en contacto con el agua tiene la propiedad de unirse firmemente, como un pegamento, a diversos tipos de materiales de construcción después de endurecido. Este material proviene de la pulverización del clinker obtenido por fusión de materiales arcillosos y calizos que contengan los óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro, en cantidades convenientemente calculadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar y agua, así como otros materiales que no sean nocivos para la posterior reacción del cemento al combinarse con otros materiales aglomerantes o adherentes.

El tipo de cemento que más se utiliza en el país es el cemento Pórtland Tipo I, especificación de la ASTM C 150, el cual es de uso general y adecuado para todos los usos en que no se requieran propiedades especiales de otros tipos de cemento o donde no hayan condiciones de corrosión que los ataque. Entre sus propiedades se tienen las siguientes:

- Finura: afecta la rapidez de la hidratación. Al aumentar la finura, aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia. Los efectos del aumento de finura en la resistencia a la compresión se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días.
- Sanidad: es la capacidad de la pasta de cemento endurecida para conservar su volumen después del fraguado.
- Tiempos de fraguado: Es el tiempo que tarda el cemento en reaccionar totalmente con el agua para endurecerse cuando forman una pasta. El

yeso regula el tiempo de fraguado en el cemento. También influyen sobre el tiempo de fraguado la finura del cemento, la relación agua-cemento y los aditivos usados.

- Consistencia: estado de homogeneidad relativa para su manejo como pasta o mortero recién mezclado para utilización inmediata, la consistencia está relacionada con la fluidificación que esta puede tener.
- Resistencia a la Compresión: es el indicador² que resulta después de haber hecho la mezcla del compuesto con arena y agua, homogenizada y probado en cubos de mortero estándar de 5 cm de lado, ensayados de acuerdo a la norma de la ASTM C-150, y aunque se mide la resistencia del cemento en base a las pruebas de cubos de mortero, no se pueden usar para predecir las resistencias de los concretos con exactitud, debido a la gran cantidad de variables en las características de los agregados, mezclas de concreto y procedimientos constructivos.
- Calor de hidratación: es el calor que se genera cuando reaccionan el agua y el cemento. La cantidad de calor generado depende principalmente de: la composición química del cemento, la relación agua-cemento, la finura del cemento y la temperatura del curado.
- Pérdida por ignición: esta pérdida indica prehidratación y carbonatación que puede ser causada por un almacenaje prolongado e inadecuado o por adulteraciones durante el transporte y la descarga.

² Para morteros elaborados con cemento Pórtland Tipo I el valor de la resistencia a los 7 días es de 197 kg/cm²

- **Peso específico:** el peso específico de una sustancia es su peso por unidad de volumen, generalmente el peso específico del cemento Pórtland es de aproximadamente 3.15 gr/cm^3 . El cemento Pórtland de escoria de alto horno y los cementos Pórtland-puzolana pueden tener valores específicos de aproximadamente 2.90 gr/cm^3 . El peso específico de un cemento no es indicador de la calidad del cemento, su uso principal se tiene en los cálculos de proporcionamiento de mezclas.

1.8.1.6 Lodos Residuales Orgánicos

Es el resultado final del proceso biológico de degradación de la materia orgánica sedimentada, compuesta por una mezcla de las aguas negras domésticas (desechos humanos, animales y caseros) y de las aguas pluviales, colectadas en las mismas alcantarillas y llevadas a una planta de tratamiento antes de ser lanzadas en quebradas o ríos. Las unidades de tratamiento primario son donde se elimina una fracción de los sólidos en suspensión; la unidad de tratamiento secundario está orientado a la eliminación de sólidos en suspensión, componentes orgánicos biodegradables a través de la combinación de uno o más sistemas de tratamiento biológico. Por su origen, estos lodos reciben el nombre de: primarios y secundarios. Por su estado o grado de tratamiento recibido pueden denominarse crudos, frescos, digeridos, húmedos o secos. Para el tratamiento de estos lodos se aplican los siguientes métodos: secados en lechos de arena, adición de productos químicos, secados aplicando calor, incineración y digestión.

1.8.1.7 Malla metálica

También conocida como tela para gallinero, es una malla tejida o trenzada con alambre de acero, resistente a la corrosión, el tamaño de los agujeros puede variar entre una y dos pulgadas por cada celda hexagonal;

normalmente se compra por yardas en rollos según el fabricante y disponibilidad comercial.

1.8.1.8 Piedra Pómez

Es una roca de origen volcánico, muy porosa, de estructura celular, a veces con cavernas alargadas, separadas por paredes delgadas, lo suficientemente fuerte y ligera para utilizarla en materiales de construcción como agregado de peso ligero. Ya que resulta del enfriamiento de las masas de rocas ácidas fundidas, ricas en gases durante la erupción de un volcán.

La piedra pómez es de color tenue amarillento o casi blanco y tiene una textura bastante uniforme de pequeñas celdas interconectadas; es tan ligera que la mayoría de sus partículas flotan en el agua, su ligereza la debe al hecho de ser lava esponjosa, cuyas celdas se formaron debido a los gases que se escapaban cuando se encontraba aún en estado derretido. Se encuentra en abundancia en las regiones volcánicas, en muchas partes del mundo, notándose que las fracciones más gruesas se depositan generalmente en los alrededores más próximos a los centros de erupción, mientras que las partículas finas se depositan a mayores distancias, alcanzando varios kilómetros al ser transportadas por la energía de la erupción y por el viento.

1.8.1.9 Pintura

Material líquido de aparente consistencia pesada y cerosa que se aplica como recubrimiento en el acabado a las paredes, su objetivo principal es la de producir un aspecto agradable, así como aumentar la duración de las mismas y protegerlas de la intemperie (lluvia, sol, viento, friabilidad) formando una película protectora. Entre los tipos de pintura que más se aplican en nuestro medio están: pintura a base de agua y de aceite, la pintura de agua es muy usada para paredes interiores. La pintura de aceite presenta adherencia a las paredes repelladas y buena resistencia a los agentes atmosféricos; por lo que son

principalmente utilizados para superficies exteriores; sin embargo, es muy empleada la pintura de agua para paredes exteriores debido a que resulta más económica que la de aceite.

1.8.1.10 Suelo Cemento

Es una mezcla de suelo pulverizado, cemento y agua, los cuales bien revueltos y compactados forman una dura y estable masa a medida que el cemento se hidrata. El suelo cemento es resistente de la siguiente manera:

- **Compresión:** es la propiedad del suelo cemento endurecido para soportar los esfuerzos derivados de las diversas condiciones de carga a los que puede estar sometido, ésta se deduce en razón de la magnitud del esfuerzo que produce la falla de una probeta sometida a un ensayo de compresión, siendo esta propiedad la más importante, ya que se usa como base de cimentaciones de cualquier elemento estructural cuando el suelo natural no es apto para soportar cargas y se debe mejorar, por ejemplo soleras, zapatas, muros.
- **Tracción:** propiedad mecánica muy importante ya que constituye el parámetro de la capacidad de soporte de la estructura. La prueba de resistencia a la tracción por agrietamientos en el concreto, está establecida en la norma de la ASTM 496-86 conocida como “prueba brasileña”,³ la cual se hace con cilindros de suelo cemento y sirve para establecer el desarrollo de las características de resistencia del suelo cemento semifluido a la tensión debido a la compresión.
- **Cortante:** es la capacidad estructural de la masa mixta endurecida al someterla a esfuerzos y deformaciones sin perder su geometría y

³ Esta prueba es exclusivamente para especímenes de concreto, pero ha sido adaptada a pruebas de tracción hechas al suelo cemento.

estructura principal debido a fallas por efectos de esfuerzos cortantes, donde aparecen grietas inclinadas debido a tensiones diagonales. Las cuales se forman a lo largo de las juntas; propiciadas por la debilidad de la unión entre capa y capa.

- Adherencia: es la propiedad del suelo cemento semifluido, de unirse a otro material para provocar los esfuerzos de adherencia; estos se desarrollan en una junta fría (unión de mezcla de suelo cemento semifluido endurecido con otra fresca.)
- Absorción: es la propiedad del suelo cemento con la que se mide la cantidad de agua retenida al inundarlo, esta es capaz de incorporarse al material hasta llenar completamente sus poros permeables, después de permanecer sumergido en agua y está expresada en porcentaje del peso del material seco. La absorción adquiere importancia en los casos que la estructura se encuentra en contacto con agua que contiene sustancias dañinas que pudieran agredir al cemento que es elemento de liga.

1.8.1.11 Tierra Blanca

Es ceniza volcánica de un color blanco marfil, compuesta principalmente por cenizas del tipo dacíticas⁴ y toba de pómez que poseen un alto porcentaje de vidrio volcánico y otros minerales en muy pequeñas proporciones. En su forma más típica es una mezcla de grava, pómez, arena y limo. Pero puede contener guijarros y gravas de pómez casi limpios hasta un limo arenoso. A pesar de no contener arcilla, la tierra blanca húmeda se dice que tiene cohesión aparente que permite el moldeo de ladrillos sólidos de consistencia firme y aristas regulares

⁴ Nombre proveniente de la ciudad de Italia llamada Dacia, en la cual hay muchos volcanes que expulsan ceniza volcánica de este tipo en el país.

debido a su cementación; pero cuando se elaboran bloques huecos es necesario el uso de plantillas de desmoldes para evitar el deterioro del bloque fresco.

Por su alta proporción de finos se supone que la tierra blanca afecta en forma negativa la resistencia al desgaste de los productos, aunque se debe hacer notar también que las partículas gruesas del material son débiles a los esfuerzos de roce o maltrato. La tierra blanca posee las cualidades ventajosas de los suelos areno-limoso para la elaboración de productos de suelo cemento, además de un bajo peso volumétrico sin decrecimiento de la resistencia.

1.8.1.12 Vara de Bambú

El bambú, es una planta de cultivo perenne que está clasificada dentro de la familia de las gramináceas, sus principales características son las siguientes: planta arborescente con tallos cilíndricos, huecos y leñosos muy resistentes, provistos de nudos salientes y llenos en forma de discos, colocados a cierta distancia, y nivel, de los cuales nace una, dos o tres ramas que a su vez se ramifican y llevan hojas alternas, flores dispuestas en panojas muy anchas que salen de las ramificaciones del tallo.

Los lugares de mejor desarrollo del bambú son en las selvas monzónicas, cuyos suelos no son demasiado ácidos ni demasiados alcalinos y no se dan en pantanos o suelos encharcados. Entre los primeros 4 y 12 meses, el bambú es muy blando y flexible, luego a medida que transcurre su madurez la fibra se va volviendo cada vez más dura y resistente hasta llegar a su máximo entre los 3 y 6 años (color café oscuro) edad apropiada para su empleo en construcción. Después que pasa de los 6 años en la mata, el tallo comienza lentamente a ponerse blanco hasta que se seca completamente.

El bambú es un material versátil que se encuentra en forma abundante en los trópicos, debido a su alta resistencia a la tracción, aunada a factores tales como fácil disponibilidad, buena trabajabilidad, bajo costo relativo y alta relación entre la resistencia y el peso.

Entre las propiedades y características físicas y mecánicas del bambú están:

Esfuerzo a la Tracción:

- Para una misma especie, varía según la edad que tenga el bambú.
- Soporta mayores esfuerzos en la parte comprendida del centro hacia abajo del tallo.
- La sección más débil del tallo para este tipo de esfuerzo generalmente son los nudos.
- La época en que se corte influye en los resultados.
- Los especímenes con mayor distancia entre nudos generalmente tienen los mayores esfuerzos a tracción.

Esfuerzo a Compresión:

- El bambú presenta menor resistencia a la compresión que a tracción bajo las mismas condiciones.

Esfuerzo a flexión.

- El esfuerzo a flexión es mayor para cañas maduras (3 ó más años), que para cañas maduras.
- El valor del esfuerzo a flexión y el módulo de elasticidad aumenta desde la base y punta, hacia el centro de una caña.

1.8.2 TIPOS DE PRODUCTOS SEGÚN SU GEOMETRÍA Y USO

Los productos se pueden clasificar según sea su geometría como: cuadrados, circulares, rectangulares, entre otros y por el uso que tengan en la construcción de viviendas ya sea en la elaboración de: paredes, pisos, techo, fundaciones.

1.8.2.1 Azulejo

Es una pieza de pasta cerámica, preferiblemente de arcilla, de poco espesor, recubierta por una capa de esmalte que le proporciona impermeabilidad y resistencia al desgaste. Esta capa de esmalte puede ser lisa o con dibujos en diferentes colores. La parte estructural del azulejo o soporte recibe el nombre de galleta o "biscocho" y está formada por arcillas seleccionadas, plásticas, ricas en cuarzo y en hierro. La capa de esmalte es mucho más fina, cubre una de las caras de la pieza y está formada por óxidos metálicos fundidos con silicatos. El uso de los azulejos no es estructural, sino que corresponden a la categoría a los materiales de revestimiento y protección. Ver figura No. 1.

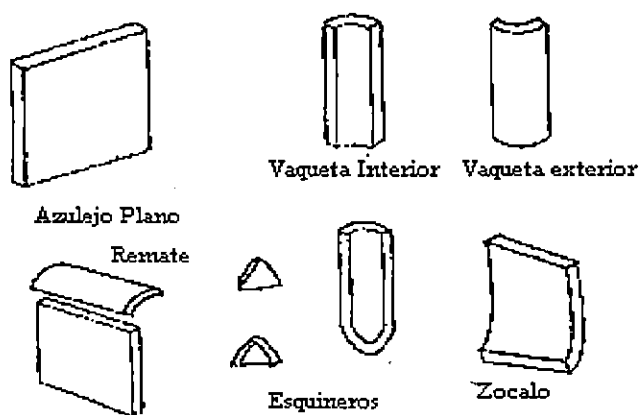


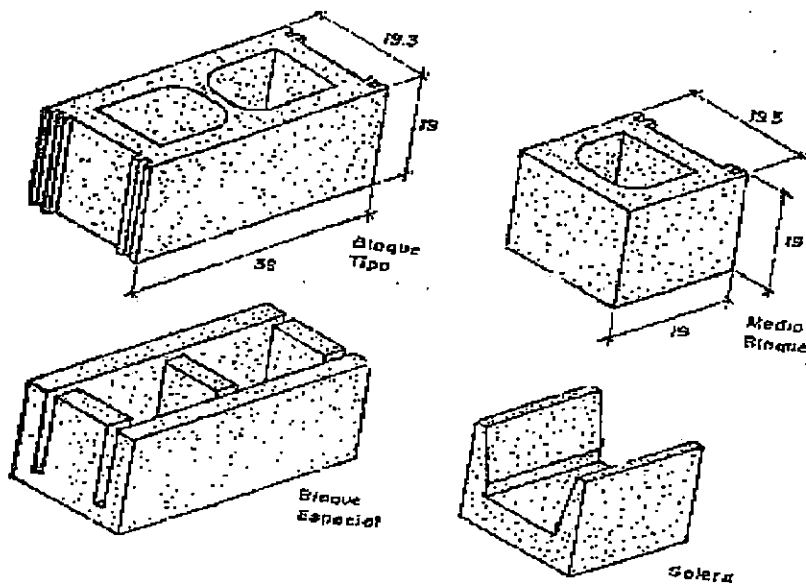
FIG. No. 1. Azulejo

1.8.2.2 Bloque

Son piezas utilizadas en mampostería y son fabricados en una variedad de anchos, espesores, tamaños y formas que permiten su selección para la utilización más adecuada en la formación de paredes. Comúnmente el espesor nominal de los bloques que se fabrican en el país es de 10, 15, y 20 cm. Cuando un tamaño de bloque es especificado, es práctica común dar el ancho, alto y longitud en ese orden.

Generalmente las unidades de mampostería son de color gris, (por el color del cemento Pórtland) pero su tonalidad varía de acuerdo a su textura y a la

cantidad y tipo de agregado que lleve la mezcla para su manufactura. Ver figura No. 2.



BLOQUES HUECOS DE CONCRETO

FIG. No. 2. Bloques

1.8.2.3 Ladrillos

Son piezas de forma prismática, prefabricadas, hechos de material de arcilla o cerámica que constituyen uno de los principales materiales de construcción útiles para la formación de todo tipo de paredes, muros, pilares, arcos y bóvedas.

Las clases de ladrillos dependen de las siguientes características: tipo, calidad, formato y resistencia. Los tipos fundamentales de ladrillos empleados en a construcción pueden ser macizos, perforados, huecos y especiales. Ver figura No. 3.

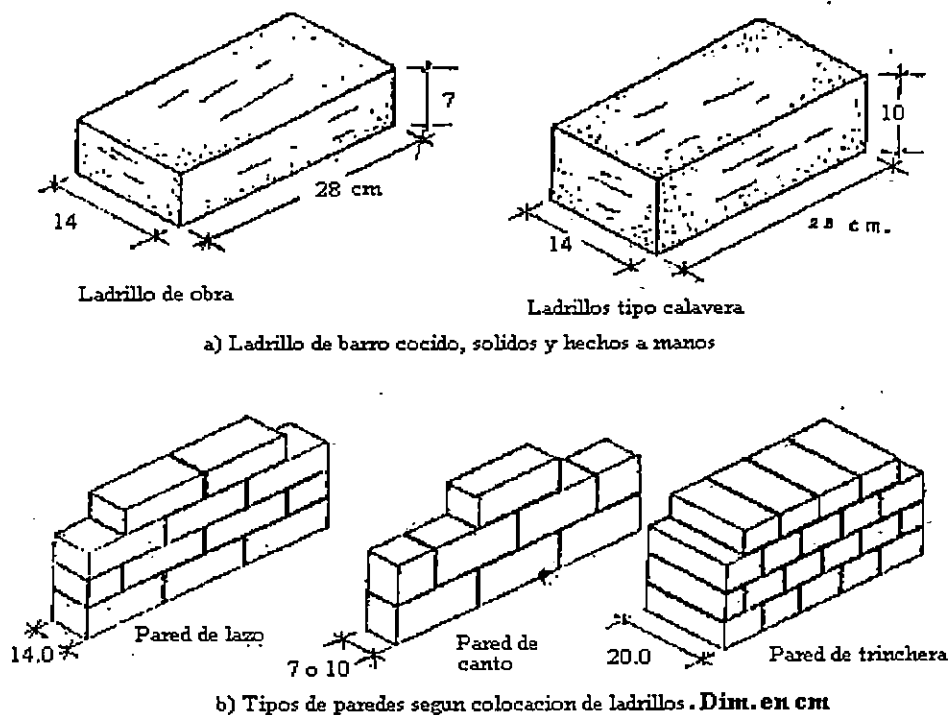


FIG. No. 3. Ladrillo sólido de barro

Su geometría o volumen puede ser importante para emplear en obras de construcción, las propiedades que satisfacen son las siguientes:

- Homogeneidad en su masa, al revolver la arcilla con agua.
- Regularidad tanto en su forma como en las dimensiones de las distintas piezas, cuando se moldea la arcilla.
- Facilidad para ser cortados al tamaño que se deseen, según se modulan las piezas.
- Igualdad de coloración, al producirse en serie.
- Tener resistencia para soportar las presiones determinadas sin romperse, aunque tienen la característica de fragilidad.
- No desmoronarse al frotamiento de uno con otro, debido al manejo que se hace al utilizarlos.

1.8.2.4 Muro de retención

O muros de contención, tienen como objeto resistir la acción de las masas de suelo que tienden a desplazarse y que se caerían al no tener apoyo cuando son empujados o por el efecto propio y la gravedad.

Los muros de retención son obras de ingeniería sujetas a fuerzas laterales; por tanto expuestos a esfuerzos de flexión; los muros se diseñan para mantener sin movimiento los taludes, ya sean estos naturales o artificiales. Ver figura No.4.

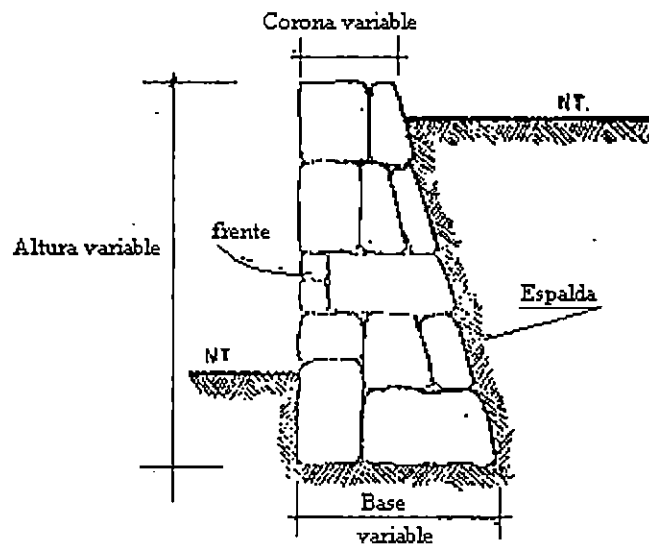


FIG. No 4. Muro de Retención

Las partes constituyentes de un muro son:

Base: Parte sobre la cual está fundado el muro.

Espalda: Superficie de contacto entre el muro y el relleno.

Corona: Parte superior provista para soportar cargas.

Frente: Superficie visible del muro.

1.8.2.5 Panel

Son piezas rectangulares, lisas generalmente prefabricadas, elaboradas de diferentes materiales, modulados de diferentes dimensiones, los cuales se utilizan

para todo tipo de edificaciones⁵. Este es un concepto de montaje en sitio de piezas armadas que encajan de manera sencilla. La ventaja de este proceso constructivo es que en su geometría se considera por su uso lo que realmente se necesita para la elaboración de la edificación, es decir, áreas y empalmes entre miembros que encajan correctamente, evitando así el desperdicio del material, pueden aplicarse como paredes de división en viviendas mínimas o como paredes de relleno.

1.8.2.6- Teja tradicional-

Piezas recta trapezoidal y sección arqueada (variable) en forma de "U", empleadas en la formación de cubiertas para recibir y dejar escurrir el agua lluvia. Se fabrican a base de arcilla o micro concreto y su proceso de elaboración es similar al de los ladrillos. Ver figura No 5.

Las tejas generalmente son de color rojizo natural debido a la cocción, aunque también se pueden colorear artificialmente cuando son de micro concreto. Además deben cumplir las siguientes condiciones: Ser impermeables, ya que sometidas al ensayo correspondiente no deben gotear antes de dos horas, resistir a flexión como mínimo 1210 kg/cm^2 , tener cantos vivos o rectos y superficies lisas, no ser heladizas, carecer de manchas y eflorescencias y si son moderadamente golpeadas con una herramienta debe dar un sonido claro y metálico (prueba de percusión).

⁵ Los módulos se fabrican adaptados a las necesidades, generalmente de paredes acarteladas o para cubrir formas complementarias como los mojinetes u otro elemento de la unidad habitacional.

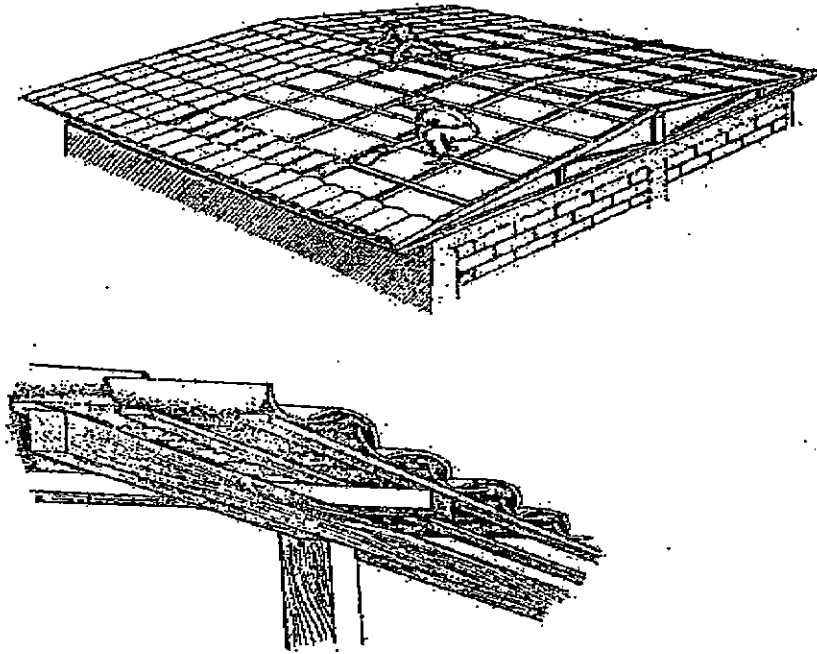


FIG. No 5. Teja

1.8.2.7 Tubería de Concreto

Son elementos huecos de espesores delgados y cilíndricamente alargados, elaborados usando arena y cemento, arena y cemento con gravilla, también de concretos de alta resistencia y cumpliendo con estándares de calidad. La fabricación de estas tuberías debe ser para conducción de líquidos o líquidos mezclados con sólidos como las aguas negras, aguas jabonosas y demás aguas servidas y aguas lluvias o en suspensión. Debido al material con que han sido construidas, son muy rígidas y cada elemento es de 1.20 m de largo, variando su diámetro entre 4", 6" y 8".



Fig. 6. Tubería de Concreto.

1.8.3 TÉCNICAS PARA TRANSFORMACIÓN Y USO DE LA MATERIA PRIMA

Son procedimientos que se utilizan para transformar la materia prima, muchas veces cambiando sus características para que los materiales a elaborar den resultados de calidad satisfactorios.

1.8.3.1 Método de Compactación de suelo

La compactación de un suelo busca la reducción del volumen de vacíos, mejorando el contacto entre las partículas; con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas y minimizar las deformaciones. Este proceso implica la reducción de los vacíos, originándose de esta forma cambios de volumen debidos a la pérdida de aire. Con la compactación de los suelos se obtiene un suelo con propiedades mecánicas adecuadas a las características de proyecto. Cuando la compactación se realiza con suelo cemento, las propiedades mecánicas del suelo mejoran tanto por la acción mecánica como por las propiedades químicas del cemento. La forma de compactación dependerá de la consistencia de la mezcla. La compactación de un material semifluido se logra a través de la reducción de vacíos por medio de la vibración externa e interna.

Compactación estática o manual.

Consiste en aplicar una fuerza o energía de compactación estática en un punto específico del suelo cemento sin moverlo, se aplican golpes con una varilla apisonadora hasta lograr la densidad requerida de la siguiente manera:

- Colocar el suelo cemento a compactar en un molde, compactándolo con los dedos, hasta lograr un acomodamiento de las partículas del material, especialmente en las partes internas de las paredes del molde.
- Compactar en dos etapas, la primera llegando hasta la mitad del molde y la segunda hasta enrasar el mismo.

1.8.3.2 Método de mezclado o de revoltura manual del suelo cemento

Este es un método de transformación de las materias primas, muy usado, en el caso de la elaboración de bloques de suelo cemento; el proceso consiste en homogenizar una mezcla hasta que todas las partículas se integren entre sí, para ello se recurre a la ayuda de una pala o con las manos utilizando guantes de hule. Ver figura No. 7.



FIG. No 7. Mezclado Manual

1.8.3.3 Método de tamizado de los suelos

El suelo es pasado por una malla con el fin de obtener un agregado más fino, libre de partículas gruesas para poder combinarlo con otros materiales como el cemento, la cal u otro.

1.8.3.4 Moldeado

Es el sistema que sostendrá la mezcla con el objetivo de proporcionarle una forma determinada durante el proceso de fraguado. El material más común en la fabricación de moldes es la madera porque permite elaborar variadas formas a bajo costo, aunque también los hay metálicos y de otros materiales rígidos.

1.8.3.5 Método de prensado en polvo

Este método se utiliza en la fabricación de azulejos y se puede resumir en tres fases:

- Preparación de la arcilla: las arcillas requieren preparación y proceso antes que puedan usarse en la elaboración de unidades: deben ser sometidas a secado en un horno durante 24 horas para eliminar la humedad natural que posee y luego ser triturado por un molino de disco para obtener una muestra de polvo fino.
- Prensado del polvo: esta fase se inicia llenando al molde con la mezcla, luego se enrasa para que la mezcla ocupe el volumen total del molde. Seguidamente, se coloca el pistón y la camisa para transmitir la carga a la masa de arcilla.
- Cocción de las unidades: los azulejos se someten a cocción en un horno artesanal luego de ser desmoldados, estos permanecen a una alta temperatura hasta que el horno se enfría.

1.8.4 CURADO Y ALMACENAJE DE LOS MATERIALES

Es el proceso que se realiza para promover la hidratación una vez los elementos o unidades fabricadas a base de cemento, se vayan desmoldando después de 24 horas.

Este consiste en mantener húmedo el material a temperatura ambiente o 23⁰C. Entre los diferentes métodos de curado están los siguientes:

1.8.4.1 Curado al aire

Este tipo de curado tiene el objetivo de eliminar la humedad de un material colocándolo al aire libre, permitiendo así que este pierda la humedad poco a poco adquirida en su proceso de elaboración.

1.8.4.2 Curado a vapor

Consiste en colocar solamente un poco de agua en el piso del cuarto de curado, el cual debe tener una base de mortero de manera que evite la permeabilidad en el suelo, sobre ella se puede colocar una capa de escoria volcánica u otro material que posea la propiedad de ser absorbentes. El cuarto de curado a vapor se recubre con pintura de color negro para que exista menor refracción de los rayos solares, el aire contenido en el mismo se satura de humedad y se eleva la temperatura, con lo cual se acelera el proceso de endurecimiento del material permitiendo obtener productos con superficies lisas y limpias en cada unidad producida.

1.8.4.3 Curado por aspersión

La aspersión o rociado continuo de agua, es un método excelente de curado a temperatura ambiente cuando la humedad es muy baja. Se debe aplicar una llovizna muy fina de manera continua a través de un sistema de boquillas o rociadores. Los rociadores ordinarios para césped resultan ser efectivos si se logra una buena cobertura. Las mangueras para regar el suelo son útiles para superficies que son verticales o casi verticales. Si el rociado o aspersión se hace a intervalos, se debe evitar que el material a curar se seque entre las aplicaciones de agua, porque los ciclos alternos de saturación y secado pueden ser causa de agrietamientos irregulares en la superficie. Las unidades fabricadas como

bloques modulares para hacer paredes se curan fácil con regadera manual tres o más días a temperatura ambiente.

1.8.5 EQUIPO Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Son todas las maquinarias y herramientas que se utilizarán para la elaboración de las unidades, de las cuales no se puede prescindir, ya que sin ellos no es posible la realización y buen funcionamiento de los productos a elaborar.

1.8.5.1 Máquina vibradora

Está compuesta por una armazón metálica, sobre la cual, se monta una mesa vibradora que es accionada por un motor eléctrico de 12 voltios de corriente directa que puede ser activado con un transformador AC/DC, o con una batería de automóvil. En la parte superior de la mesa vibradora se coloca un marco metálico, el cual rige la forma perimetral y espesor del material. Ver figura No. 8.

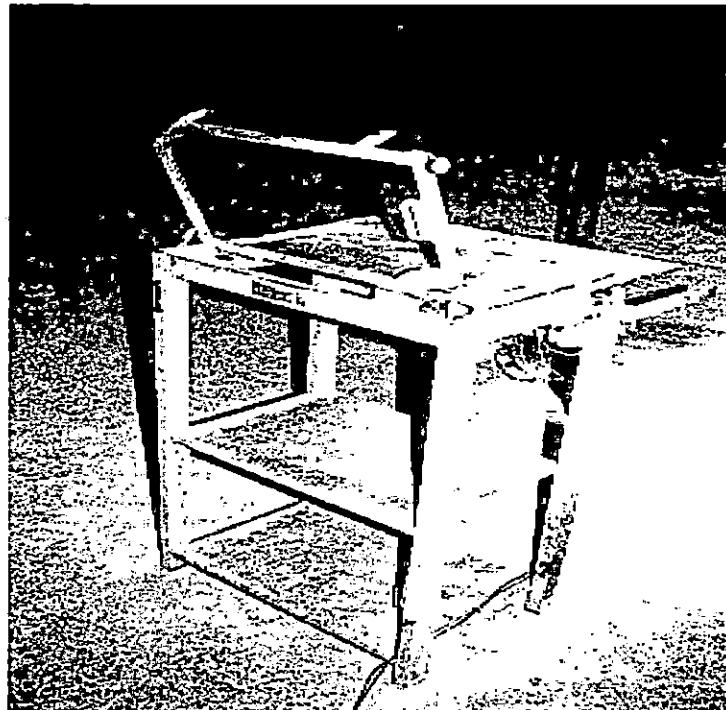


FIG. No 8. Máquina Vibradora

1.8.5.2 Horno Artesanal para Celosía hecha de Lodos Residuales Orgánicos.

El horno se construye con el propósito de cocer las unidades de tamaños similares a la celosía de barro artesanal que se elaboran tradicionalmente en el país. La forma de éste, y sus dimensiones, para cocer aproximadamente 600 ladrillos, basado en las mezclas y el número de pruebas realizadas de acuerdo a las normas de la ASTM, son las siguientes: 2 m de largo, 1.5 m de ancho y 1.5 m de altura, debe contener dos fogainas o sopletes inyectoros de fuego y ser construido con ladrillo fundido, puesto de lazo y pegado con una mezcla de tierra arcilla, además tiene una puerta de acceso o tronera para facilitar la colocación adecuada del ladrillo y la leña para el cocido de los especímenes, así como para el retiro de los ladrillos; la posición del horno debe estar orientada aprovechando las condiciones locales del viento, para facilitar el cocimiento de los ladrillos. Ver figura No. 9.



FIG. No. 9. Horno Artesanal

1.8.5.3 Moldes

Son los depósitos donde se vacía la mezcla con el objeto de proporcionarle una forma geométrica determinada durante el proceso de fraguado. Hay distintos tipos de moldes, que varían en dimensiones y formas, adaptados a la consistencia de las mezclas. Entre estos están los siguientes:

- Molde para la elaboración de teja: el molde de la teja hecha de micro concreto es de la forma conocida como romana, se utiliza luego de haber consolidado la mezcla en la mesa vibratoria, sobre una lámina plástica moldeada; se traslada al molde donde debe colocarse y acomodarse para la compactación, consolidación, y reposo para fraguado, de lo contrario pueden aparecer filtraciones. Una vez endurecida se somete al proceso de curado. También se debe tener en cuenta que para moldear la teja se debe utilizar una mezcla fresca, teniendo cuidado que ésta no tenga más de una hora de haber sido hecha.
- Molde para azulejo: para el diseño del molde es muy importante conocer el método usado en el proceso de fabricación y las contracciones que durante la fase de quemado sufrirá la mezcla que constituirá el azulejo. Las dimensiones del molde dependen principalmente del tamaño deseado de la unidad y de las contracciones del material usado. Ver figura No. 10.

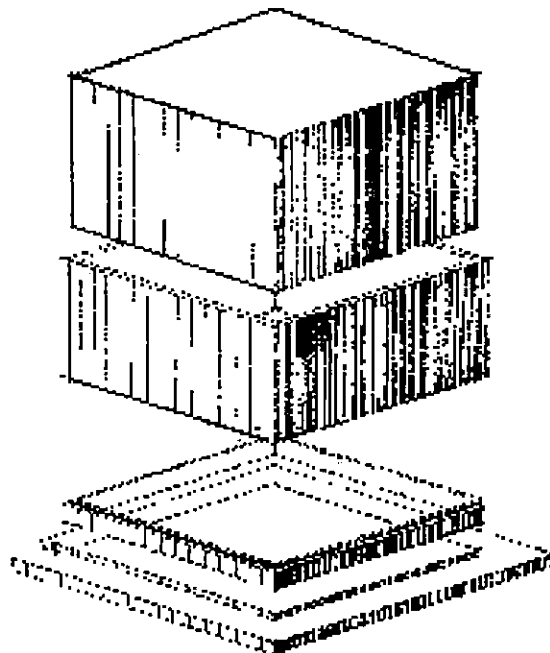


FIG. No 10. Molde de azulejo

- Molde para bloque de suelo cemento: este tipo de molde varía de acuerdo a la dimensión del bloque requerido, normalmente se usa para conformar una o dos unidades a la vez, manteniendo el tiempo necesario para obtener la forma deseada, estos son metálicos generalmente y se engrasan o se limpian antes de introducir la mezcla de la cual se hará el bloque. Ver Fig. No. 11

MOLDE PARA ELABORACION DE BLOQUES

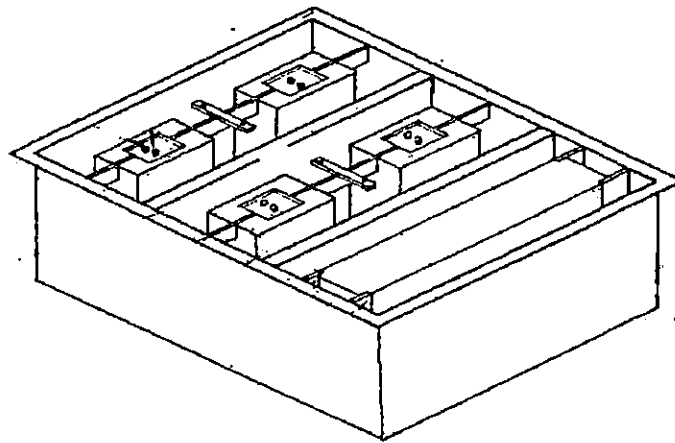


FIG. No 11 Molde para bloque de suelo cemento

- Molde para bloque machihembrado de suelo cemento: su diseño está basado en el proceso constructivo y la modulación a usar tanto en la formación de las paredes como en la continuidad del sistema machihembrado. El molde está constituido por dos placas, una superior y otra inferior, cada una consta de una sección trapezoidal; la placa superior muestra un saliente (macho) el cual se alarga en la superficie en forma de doble cruz, la placa inferior (hembra) muestra un canal en forma trapezoidal alargándose también en forma de doble cruz, ambas coincidentes. Para efectos de extraer el bloque se hará de acuerdo a los procedimientos que la máquina ofrece presionando las dos placas con las manos y luego el bloque se coloca en un lugar seguro. Ver figura No. 12.

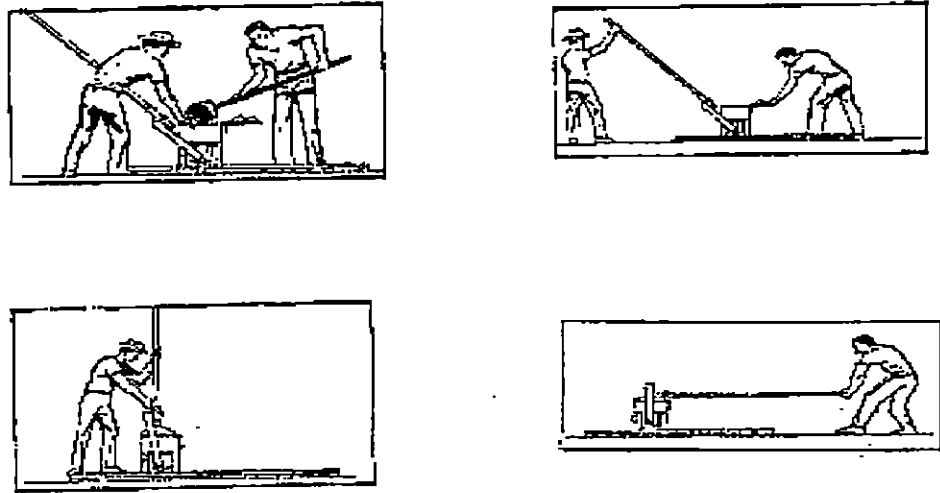


FIG No. 12. Máquina CINVA- RAM

- Molde para muro de retención hecho de suelo cemento: este molde está constituido por piezas de madera, las cuales conforman las siguientes partes: un tablero frontal, un tablero posterior y dos tableros laterales; utilizando para la construcción de cada tablero tablas, cuártón y clavos. Las medidas del molde varían de acuerdo con las dimensiones del muro a construir.
- Molde para tubería de suelo cemento: este es el mismo que se utiliza en la elaboración de las tuberías de concreto y es el elemento principal. Ver Fig. No.13, pero existen otros accesorios útiles tales como los siguientes:

Molde: elemento principal hecho de hierro fundido con una longitud de 1.2 m. y 0.80 m de espesor, con diámetro interno variable en función del tubo a fabricar. Cuenta en los extremos y en el centro con elementos de fijación longitudinalmente (tornillo y tuerca tipo mariposa), éste se divide

en dos según su requerimiento: moldes para tubo tipo machihembrado y molde para tubo tipo balona.

Cilindro: elemento auxiliar que junto con el molde definen el espesor y la longitud del tubo; su diámetro externo e interno es variable de acuerdo al diámetro del tubo a producir.

Espada: elemento que forma parte del cilindro, posee forma triangular truncada y le da al cilindro rigidez y facilidad para desmontarlo al concluir la fabricación del tubo.

Guías: elementos formados por dos semiforos rectangulares, unidos por un pasador y que se coloca en la base del molde, se utilizan para formar el machihembrado en tubos de balona pequeña.

Raqueta: elemento en forma de espátula arqueada, consistente en una sección de hierro unida a una barra circular, tiene un largo de 1.20 m. y sirve para compactar las diferentes capas de material dentro del molde.

Corona: elemento circular de lámina con una altura variable y terminada en un aro. Se utiliza para dar la forma final a la balona.



Fig. No.13. Molde para tubería de Concreto

1.8.5.4 Extractor del molde

Es utilizado para efectuar el desmolde del bloque y evitar así un posible deterioro del mismo al sacarlo; logrando con esto un mejor acabado y verticalidad en sus paredes; ésta compuesto por un deslizador de 7 pletinas de $\frac{1}{4}$ " de espesor por 2" de ancho, al cual van soldadas piezas de tubos industrial cuadrado, estos llevan atornillados en sus extremos las piezas de madera que sirven para el desmolde de los bloques. El material usado en las barras que contiene cada huella de extracción debe ser de sección llena o hueca para que no presente pandeo al ser aplicada la presión requerida durante la extracción; obteniendo así uniformidad en la posición de la huella. Las barras que contienen en un extremo las huellas de madera, deberán unirse a una sola placa de hierro de un espesor suficientemente rígido, que no presente ondulaciones (de un espesor de $\frac{1}{4}$ " al ser aplicada sobre ella una fuerza de compresión en la extracción de los bloques; esta fuerza de compresión debe actuar uniformemente sobre la placa y ésta a la vez transmitirse uniformemente sobre la cara superior de los bloques a ser extraídos.

1.8.5.5 Mezcladora o concretera

Es un depósito o tambor rotatorio hecho de lámina de acero, en cuyo interior se encuentran unas aspas que facilitan el mezclado de los materiales y hacen que avance la mezcla hacia la boca del depósito donde se coloca un cucharón basculante para el vaciado de la mezcla.

Su capacidad está calculada en base al volumen de mezcla a obtener; así, hay concreteras de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, y 3 bolsas. El método para cargar el tambor depende de la capacidad de la máquina. En concreteras pequeñas, los materiales se colocan directamente en el tambor por medio de baldes. La concretera pueden ser accionada por un motor eléctrico o por un motor de gasolina o diesel; la velocidad periférica del tambor giratorio debe ser de 60 m/min. En los tipos más comunes de concreteras usadas en las construcciones, el conjunto tambor, tolva y motor van montados sobre un eje de hierro angular, el cual tiene dos ruedas con llantas y un eje para halar al conjunto con

cualquier vehículo de tracción a cualquier parte de la obra donde se necesite. Ver figura No. 14.

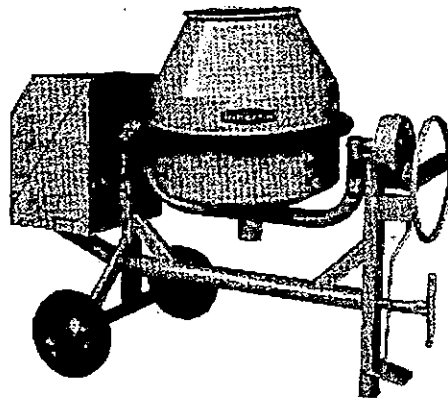


FIG. No. 14. Concreteira

1.8.5.6 Vibrador

Este consta de un cabezal, unido a una manguera forrada con hule especial, estas mangueras pueden ser de 7, 14 ó 21 pies de longitud, según se necesiten. Los vibradores de flechas flexible consisten de una cabeza vibratoria conectada al motor por medio de una flecha o cable flexible. Dentro de la cabeza se encuentra un peso desbalanceado conectado a la flecha, el cual gira a alta velocidad, provocando que la cabeza gire en un orbita circular. El motor puede ser accionado con electricidad, gasolina o aire. Las cabezas vibratorias normalmente son cilíndricas y sus diámetros varían de 12 a 18 cm. Ver figura No. 15.

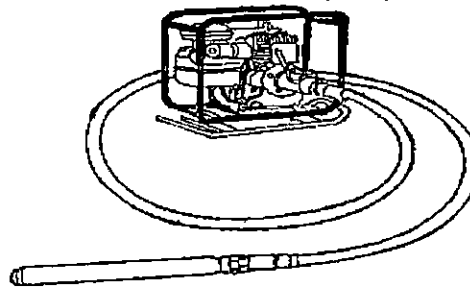


FIG. No. 15. Vibrador

1.8.5.7 Máquina CINVA-RAM

Esta prensa manual ha sido perfeccionada en Bogotá Colombia, por el Centro Interamericano de Vivienda "CINVA". La máquina es una herramienta liviana portátil de operación manual fácil y sencilla, construida totalmente de acero, consiste en una prensa para fabricar rápidamente bloques de construcción sólidos o huecos empleando suelo y un aditivo estabilizante generalmente cemento; tiene un costo bajo y por tratarse de un aparato sumamente portátil de gran simplicidad y operación manual, es capaz de moldear a presiones de unos 35 kg/cm^2 obteniendo su rendimiento en bloques o ladrillos de la más alta calidad y resistencia para la construcción a razón de 500 a 800 unidades por jornada de trabajo de 8 horas al día.

El bloque de construcción que produce mide 29 cm de largo por 14 cm de ancho y 9 cm de alto, lo cual permite una modulación de $30 \times 15 \times 10 \text{ cm}^3$. La máquina viene provista de estampas de madera que permiten producir además bloques semi-huecos canalados y baldosas; son uniformes de dimensiones precisas y superficie pareja. Se fabrican más fácil que los bloques de concreto ya que se sacan de la prensa inmediatamente sin necesidad de usar paleta. No necesitan horno, pues su curación es completamente natural; por no requerir recubrimiento exterior pueden pintarse directamente. Ver figura No. 16.

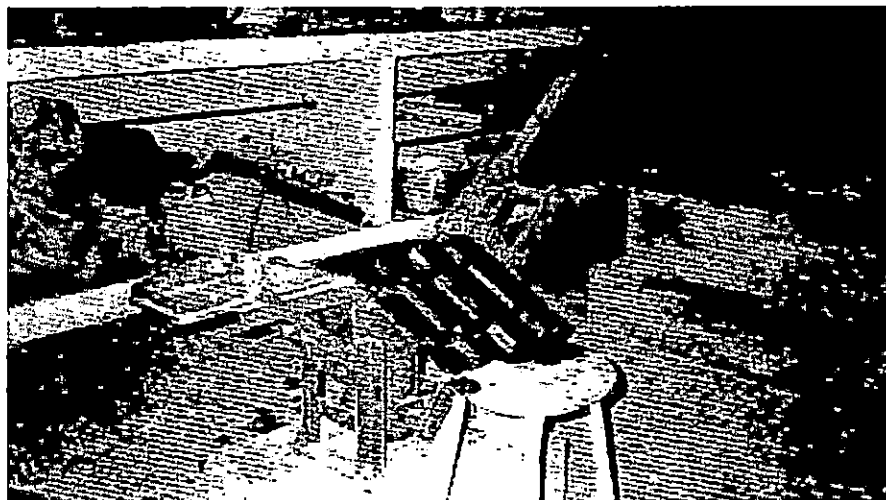


FIG. No. 16. Molde de bloque machihembrado

La máquina CINVA-RAM, es fuerte y duradera, está construida para un uso recio y prolongado y exceptuando su lubricación y el cuidado necesario para evitar la oxidación, no demanda gastos de mantenimiento. La máquina consta principalmente de una caja molde, la cual después de llenarse con la cantidad apropiada de mezcla húmeda se cierra con una tapadera pivotante y de un mecanismo o palanca, la cual al ser presionada, comprime la mezcla en el interior del molde formando el bloque. Al tirar de la palanca en sentido inverso y previa apertura de la tapadera el bloque es eyectada del molde de donde se retira manualmente para ser puesto a curado.

1.8.5.8 Máquina Bloquera Vibradora

Este tipo de máquina es también de fabricación nacional, que tiene instalado un motor trifásico de una potencia de 2 HP, alcanzando una velocidad de 1,700 RPM en la primera polea, entre el motor y la mesa vibradora está colocada una segunda polea que tiene un diámetro menor a la primera. Con esto, la velocidad que se alcanza oscila alrededor de 3000 RPM, aumentando considerablemente la vibración. Se utiliza en la máquina un molde de dos compartimientos para elaborar dos bloques enteros a la vez y un molde de tres compartimientos para elaborar dos medios bloques y un bloque solera a la vez. Ver figura No. 17. Para obtener mejor calidad del bloque tanto como en acabado como en resistencia y demás parámetros físicos, es recomendable que esta máquina sea vibro compactadora de acuerdo con la norma de la ASTM C90-85 para bloques huecos.

Las partes de la máquina son:

- Palanca: consta de un juego de bielas accionadas por un brazo que permite poner en movimiento el pistón.
- Tapa: rectángulo metálico unido a la caja por dos tirantes laterales móviles que le permiten deslizarse para taparla y destaparla.
- Caja: molde metálico sostenido por cuatro patas de hierro angular el cual constituye el esqueleto de todo el mecanismo.

- Pistón: formado por un cilindro guiado entre dos ángulos regulables rematado en una platina rectangular que hace las veces de émbolo de compresión.
- Tornillo para graduar las guías del pistón: sirven para aflojar el pistón si estuviera muy apretado entre las guías y viceversa.

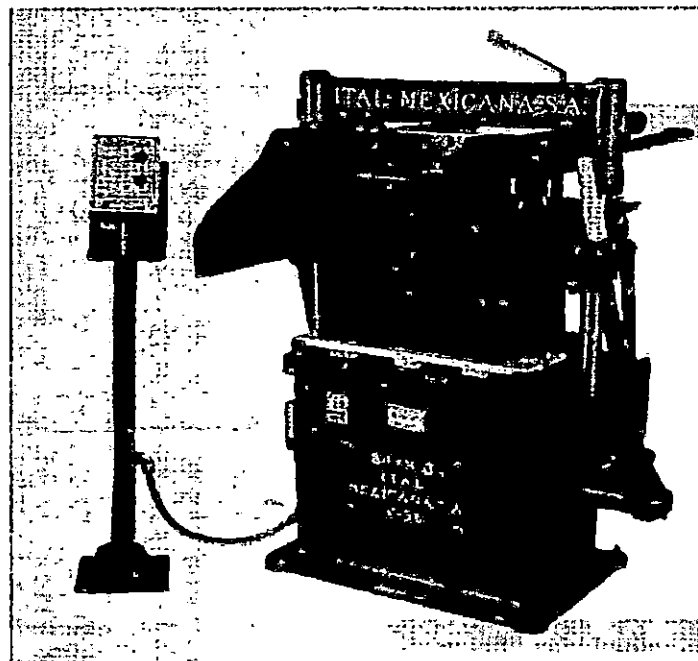


FIG. No. 17. Máquina bloquera vibradora

1.8.5.9 Herramientas Complementarias .

Estas se necesitan para la elaboración, transformación de los materiales para construcción. Ver figura No. 18. Entre las más representativas están:

- Cuchara medidora: es una cuchara que puede ser metálica, de madera o de otro material que resista las condiciones de trabajo en las cuales se utiliza. Sus dimensiones y formas son variables dependiendo de la cantidad de mezcla ya sea de mortero, suelo cemento o concreto que se utiliza para la elaboración del material.

- Paletas o cucharas de albañil: son herramientas que sirven para agilizar el proceso de acomodamiento de la mezcla dentro de los moldes, y que ésta se distribuya uniformemente dentro del mismo. Siendo metálico, su forma es triangular con puntas redondeadas, tamaño máximo de 22 cm en la parte alta y 12 cm en la parte angosta, además dispone de un mango de madera que sirve para sujetarla.
- Carretilla: es una herramienta muy útil que se utiliza para el transporte de arena, cemento, suelo, y otros materiales al lugar en que éstos se elaboran. Esta consta de dos partes: una palangana o recipiente de transporte, con una capacidad de 0.075 m³ a 0.1526 m³, en la palanca una rueda, dos patas y dos mangos o brazos para poder sujetarla y dirigirla hacia donde se desea.
- Pala: esta herramienta consiste en una especie de cuchara cóncava o plana hecho de metal de 23 cm X 26 cm, y con un mango de madera de longitud variable. Se utiliza para cargar la carretilla, la arena, grava o suelo; para echar la arena sobre la zaranda, o para dar el traspaleo necesario en la preparación de la mezcla.
- Balde: es un recipiente auxiliar utilizado para el transporte de materias primas como agua, arena. Sus dimensiones son de 31cm de diámetro inferior y 18 cm de diámetro superior. Está hecho de aluminio o metal.
- Cubeta o lata de 5 galones: esta herramienta tiene el mismo uso del balde, pero con la diferencia que posee mayor capacidad volumétrica, por lo que puede transportar materia prima en mayor proporción. Sus dimensiones son de 28.5 cm de diámetro y 35 cm de contenedores u otro material similar.

- Espátula: Es una herramienta que sirve para enrasar los materiales, también se utiliza como un instrumento de revoltura y para raspar los residuos de las mezclas dentro de la tolva mezcladora, es de forma plana y tiene un mango de madera o plástico como agarradero .

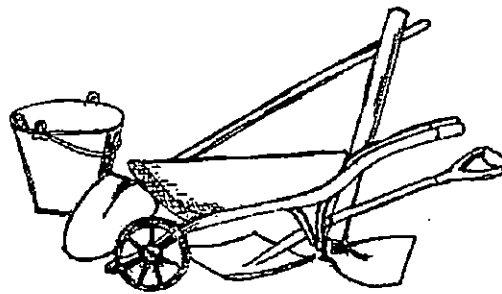


FIG. No. 18. Herramientas Complementarias

1.8.6 TIPOS DE MATERIALES

Se han hecho varios tipos de materiales de construcción a base de materia primas disponibles en el medio local o regional; así, se seleccionaron aquellos con los que se obtuvieron resultados satisfactorios en la construcción de viviendas de bajo costo, y que no sobrepasan en costo a los materiales de uso tradicional, estos son los siguientes:

1.8.6.1 Panel hecho de malla metálica de gallinero y suelo cemento

Este panel está constituido de suelo cemento macizo con refuerzo interior de malla metálica comúnmente conocida como “tela de gallinero”. Las dimensiones de este panel son de $2.4 \times 2.4 \times 0.13 \text{ m}^3$. Una de las ventajas de utilizar esta tela metálica como refuerzo es la fácil colocación; y la eficiencia del refuerzo depende del adecuado proceso de trenzado; por otra parte, tiene buena adherencia con el suelo cemento debido a su ceñido y trabe de los hilos metálicos, además de tener lento ataque a la corrosión. Ver figura No. 19.

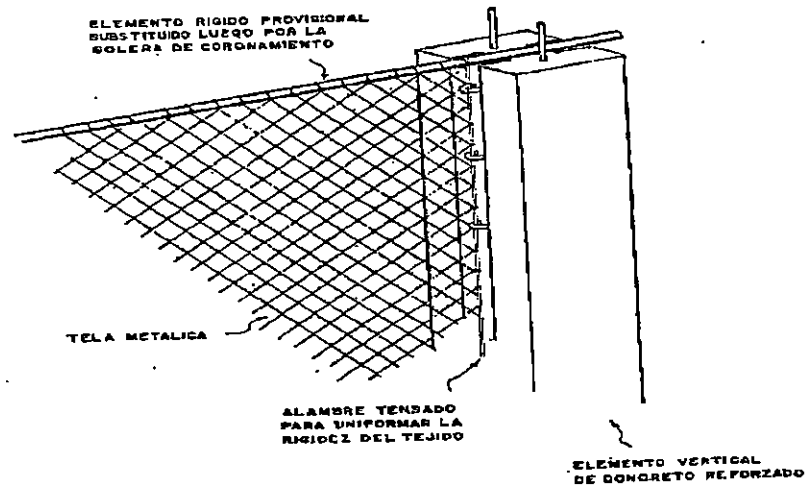


FIG. No 19. Panel hecho de malla metálica y suelo cemento

1.8.6.2 Bloque de suelo cemento con refuerzo de bambú

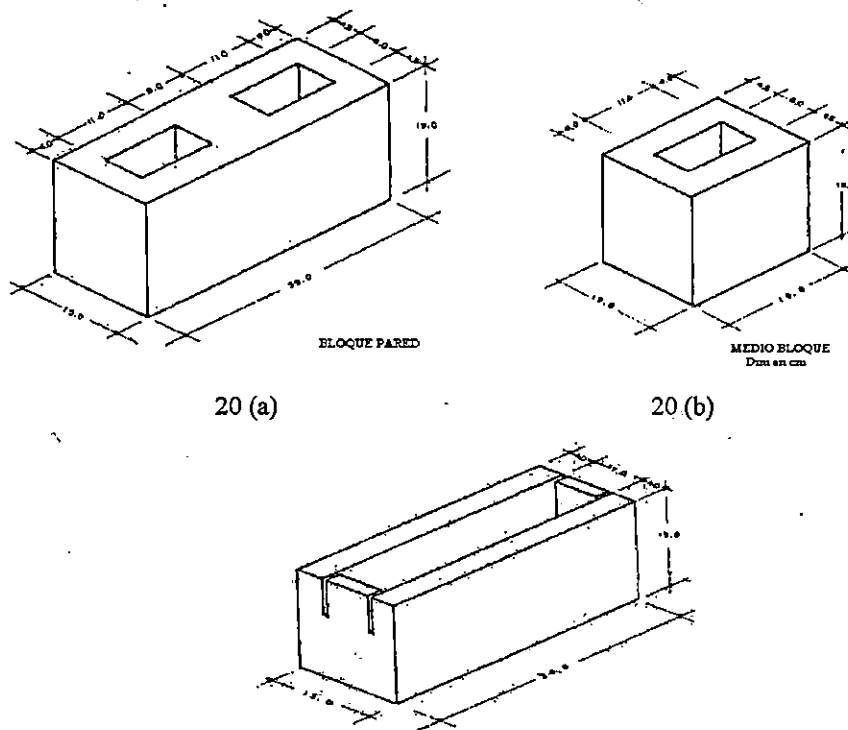
El bloque es un prisma regular, en forma de paralelepípedo ortogonal con uno o más huecos transversales en su interior. Las dimensiones más usuales de este material de construcción en bloques de concreto son: largo (39 cm.), alto (19 cm.), ancho (15 cm.) las cuales están adaptadas al bloque de suelo cemento. Ver figura No. 20.

Las características de los bloques de suelo cemento están dadas por las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que los componen (suelo, cemento y agua) ellas son:

- Resistencia a la compresión: los bloques de suelo cemento prensados sometidos a pruebas para llegar a soportar presiones hasta de 56 kg/cm^2 .
- Impermeabilidad: generalmente el suelo cemento va cubierto con una capa impermeable de tal modo que el agua no constituye un problema importante para su uso en intemperie; sin embargo, debe asegurarse una muy baja absorción al agua.
- Resistencia al fuego: el bloque de suelo cemento es incombustible.

- Resistencia al viento: una pared de bloques prensados hechos de suelo cemento llega a resistir una presión incidente transversal de 550 kg/m^2 lo que significa que lateralmente utilizado tiene gran resistencia debida a vientos huracanados.

Para la construcción de paredes se elaboran tres tipos de bloques: el bloque entero, el medio bloque y el bloque solera, cuyas dimensiones se presentan en las figuras No. 20.



20 (C) BLOQUE SOLERA

FIG. No. 20. Dimensiones de bloque hechos con suelo cemento

Características de la vara de bambú como refuerzo:

El bambú se usará en forma de trenzas elaboradas al menos por tres tiras o hilos de bambú de sección de $1.0 \text{ cm} \times 1.0 \text{ cm}$ con las que se obtendrán áreas de refuerzo igual a 3cm^2 , 6cm^2 y 9cm^2 que constituyen respectivamente el 1%,

2% y 3% del refuerzo a colocar, para facilitar de esta forma la colocación del bambú dentro de los huecos del bloque.

1.8.6.3 Bloque de Piedra Pómez

Es un bloque hueco de bajo peso que tiene las dimensiones nominales estándar de $15 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$, sus huecos proporcionan una cámara aislante que puede ser utilizada para incrementar el aislamiento acústico y térmico de la pared; además, sirven para colocar el acero de refuerzo y el concreto de la estructura propia de la pared.

El color que presentan las unidades de mampostería elaborados con el agregado pómez, tiende a tener un color gris claro, esto se debe a que la pómez utilizada es de color blanquecina, lo que permite que al combinarse con el cemento se produzca el color descrito y además presentan una textura porosa casi normal que se puede mejorar el acabado de la cara durante el proceso de elaboración por la acción de la vibro compactación y la calidad de la mezcla. Ver figura No. 21.

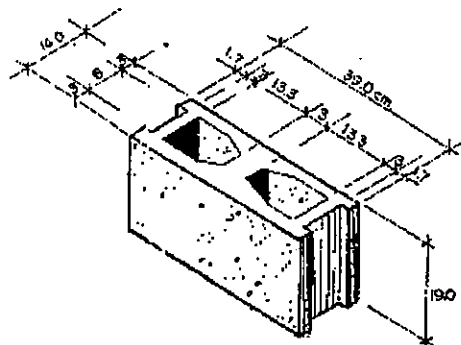


FIG. No 21. Dimensiones de bloque hecho con piedra pómez

1.8.6.4 Bloque de arcilla estabilizada

Es un bloque hecho de suelo arcilloso, estabilizado por adición de un aglutinante (cemento), ya que con la ayuda de éste se reduce la plasticidad del

suelo arcilloso y por consiguiente su retracción, que es lo que se desea reducir, con la finalidad de poder emplearlo en edificaciones de vivienda mínima, o vivienda rural, como alternativa de construcción. Según estudios comparativos a partir de datos de laboratorio⁶, un ladrillo de suelo cemento tiene resistencia a la compresión de 30.56 kg/cm² con el 12% de cemento; y para ladrillos hechos de arcilla, cocidos, su resistencia a la compresión es de 31 kg/cm², lo cual muestra que la calidad de los bloques de arcilla, estabilizados con cementos, son aceptables.

1.8.6.5 Celosía hecha de barro, complementada con lodos residuales orgánicos estabilizados

Es un ladrillo sólido similar al producido en forma artesanal en nuestro medio; comúnmente utilizando en la industria de la construcción en paredes no estructurales; son fabricados con lodos orgánicos residuales, arcilla y tierra blanca en porcentajes adecuados. El proceso de elaboración es similar al utilizado en la elaboración del ladrillo de obra y las proporciones volumétricas comúnmente utilizadas en la fabricación del mismo.

1.8.6.6 Bloque sólido hecho de suelo cemento machihembrado

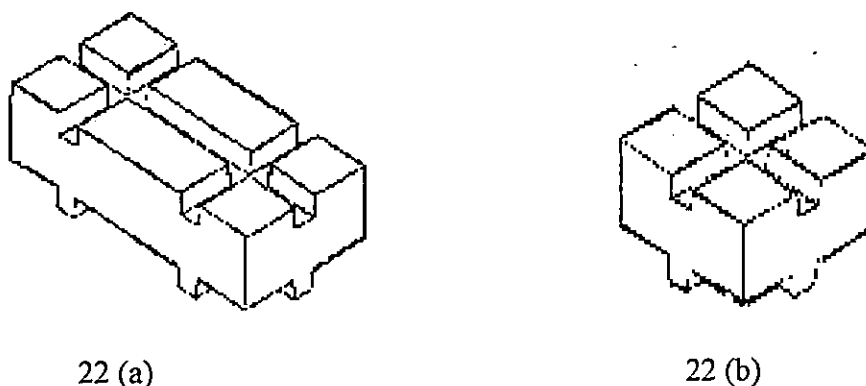
Son bloques tradicionalmente rectos de geometría regular en forma de paralelepípedo ortogonal y con huecos y salientes característicos del bloque machihembrado. Sus dimensiones modulares son bloques enteros 29X14X9 cm³, pudiendo tener variación de más o menos 5 mm en tales dimensiones, y medios bloques de 14X14X10 cm³.

El bloque machihembrado puede ser usado basándose en el sistema de paredes que actúan en forma gravitacional⁷, el cual consiste en reforzar las esquinas en forma cuatrapiada⁸, rigidizando la construcción de las viviendas.

⁶ Extraído de tesis "Arcilla Estabilizada como material de construcción". Autor: Ricardo Antonio Góchez, página No 65. Universidad de El Salvador, 1969.

⁷ Sistema Estructural que trabaja por su propio peso, y soporta la carga de su geometría..

En la elaboración de la pared no se utiliza mortero para el ligado de los bloques, lo cual es sustituido por un sistema de ensamble machihembrado que se deja hecha, cuando se elabora el bloque en la máquina CINVA-RAM; ya que este mecanismo está previsto en el molde, la única parte que incluye mortero es en la modulación de la primera hilada con el fin de establecer la nivelación adecuada y rígida, ya que es la base del sistema. Ver figura No. 22.



22 (a)

22 (b)

FIG. No. 22. Bloque hecho con suelo cemento machihembrado

1.8.6.7 Recubrimientos para las paredes.

Estos se utilizan para protección de las superficies de las paredes de ladrillos de suelo cemento, arcilla, barro y adobe, son hechos con los materiales siguientes:

- Mezcla hecha de cemento y arcilla: para este tipo de mezcla se utiliza cemento Pórtland Tipo I mezclado con arcilla Bentonita, que pertenecen al grupo de las montmorilonitas, originadas por la descomposición química de las cenizas volcánicas, presentan gran expansión al contacto con el agua, y existen en variados colores que dependen de su

⁸ Es un proceso constructivo, el cual consiste en un amarre estructural dado en las esquinas o puntos de intersección de varias paredes; es decir que es un proceso de integración de gradas entre bloques.

composición química. La mezcla es de consistencia líquida y se aplica en la superficie por medio de brocha hecha con mezcal o henequén..

- Sustancias bituminosas: éstas sellan los poros de las paredes y eliminan la capa de material superficialmente débil para que luego esto facilite la aplicación de la pintura. Como sustancia bituminosa se recomienda el aceite quemado que es de fácil obtención y de un costo sumamente bajo, se puede obtener en los talleres de reparación automotriz.
- Pega blanca sintética de uso en carpintería con cal hidratada: la cal hidratada utilizada debe estar libre de impurezas. La acción del pegamento sintético permite además de dar fijeza en el recubrimiento le da una protección al intemperismo formando una película transparente impermeable. Se aplica adelgazando casi en forma fluida manejable con brochas convencionales.
- Azulejo: el azulejo se a hecho con arcillas negras situadas en la zona oriental del país, que comprende la parte central del departamento de La Unión, Jurisdicción de Pasaquina. Las dimensiones del azulejo están sujetas a las dimensiones del molde a utilizar, en este caso es de 11x11 cm². Sin embargo, puede hacerse con cualquier otra arcilla o suelo arcilloso, siempre que se controle su plasticidad, contracción y demás parámetros físicos mecánicos que debe cumplir.

1.8.6.8 Teja hecha de Micro concreto

Este tipo de teja está hecha con arena y cemento Pórtland convencional, lo que la hace diferente de la teja hecha de barro cocido, no necesita cocción ya que sólo se realiza la mezcla, se enmolda y pasadas 24 horas se somete al curado y posteriormente está lista para utilizarla en el techo. También para su fabricación se pueden usar aditivos

acelerantes, como el SIKA SET L para acelerar el proceso de fraguado, con la finalidad de aumentar la producción de unidades. Ver figura No. 23.

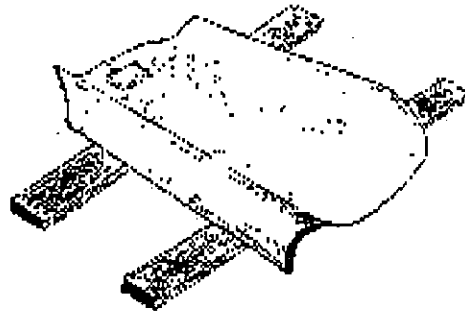


FIG. No 23. Teja hecha con micro concreto

1.8.6.9 Tubería hecha de suelo cemento

Son cilindros de sección circular, rectos y espesor delgado, fabricados en módulos de 0.90 m, en moldes metálicos estándar a través de un proceso artesanal o manual y sin maquinaria, sólo hay herramientas convencionales como palas, baldes, cucharas y varilla apisonadora.

El suelo a utilizar se define como un suelo areno limoso (75% arena y 25% limo), este suelo fue tomado en vista de su alto contenido de arena, lo que garantiza un incremento de resistencia al combinarse con el cemento. Con este material se harán tuberías de los siguientes diámetros: 4", 6" y 8". Por su bajo costo de producción son accesibles para adquirirlas, a las personas cuyos ingresos son bajos, así mismo ayudan a reducir los costos en los proyectos donde se usa este tipo de material de construcción.

1.8.7 COSTOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN.

El costo de un bien sea producto, material o materia prima y servicio es la inversión que deberá hacerse para producirlo; para ello, se necesita capital (¢ ó \$), esfuerzo o trabajo, tiempo, voluntad, etc. Es decir, varias medidas que posibiliten y hagan factible obtener esos productos.

Los costos los hay de varios tipos, determinado por los precios como sigue:

1.8.7.1 Precios de los materiales

Comúnmente cualquier materia prima, producto y/o servicio, tienen un precio asignado según sus propios atributos o características físicas-mecánicas, de uso y de funcionamiento, requisitos a cumplir, existencia abundante o escasa, etc.

Al pensar en un proceso productivo, se deben tener en cuenta los siguientes factores para llevarlo a cabo: materias primas, mano de obra, equipo y herramientas. Todos estos en función de lograr a través de un proceso de fabricación la elaboración de un producto o material, por lo que también se deben tener en cuenta los precios de los materiales que serán componentes de un costo unitario con valores en función del tiempo y del lugar de obtención y/o aplicación.

1.8.7.2 Materia prima en el lugar

Cuando se puede disponer de la materia prima directamente en el lugar, esto es, un yacimiento en el cual los moradores cercanos al lugar tienen la oportunidad de extracción y utilización de la misma; por lo cual ellos no pagan por el traslado de esta materia prima hasta su lugar de uso, por el contrario tienen la oportunidad de disponer de ella fácilmente para realizar sus propios materiales. Como por ejemplo yacimientos de tierra blanca, piedra pómez o arcilla.

1.8.7.3 Materia prima Adquirida

Las personas pagan un precio por la adquisición de las materias primas, más un costo adicional por el traslado o transporte de éstas, el cual varía dependiendo de la distancia entre el lugar de extracción o compra y a donde se lleve, incrementándose así el costo de las mismas. Como por ejemplo el cemento, que varía su precio dependiendo de la distancia de transportación

1.8.7.4 Costos Directos

Son la suma de los desembolsos monetarios correspondientes al consumo de materiales, pago de mano de obra y sus prestaciones sociales, costo de equipo de construcción y pago de subcontratos necesarios para la ejecución de trabajo definido específicamente para cada una de las partidas para un presupuesto y comprendidas en el juego de planos y especificaciones técnicas.

1.8.7.5 Materiales

El costo de los materiales se refiere a la suma de los costos de cada materia prima y/o material empleado en la ejecución de una obra. Estos pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Materiales Primarios: son los que se necesitan para elaborar las unidades o producto terminado por los cuales se paga un valor asignado en precio cuya cuantificación se hace unitaria o total en forma de costos y puede realizarse en base a planos y especificaciones de un proyecto. Sin estos materiales no se puede realizar algo de interés ya definido.
- Materiales Secundarios: son los que sirven de apoyo a los materiales primarios y que pueden quedar incorporados o no al producto terminado y su incidencia porcentual sobre el costo unitario de una partida o subpartida generalmente no excede del 25%. Ejemplos de estos materiales son: alambre de amarre, electrodos, alambre galvanizado. La cuantificación es bastante difícil y generalmente se estiman basándose en datos históricos referidos a unidades de material primario.
- Materiales Reutilizables: son los que se usan en obras falsas e instalaciones provisionales tales como: moldeados, andamios, bodegas de almacenaje de materiales, etc. Estos materiales además de presentar desperdicios (entre el 5% y el 10% del costo del proyecto), deben ser analizados desde el punto de vista de los ciclos de reutilización, por ello

hay que tomar en cuenta la calidad del material, la manipulación en el montaje y desmontaje, la habilidad del obrero y la velocidad del proceso constructivo.

1.8.7.6 Mano de Obra

La evaluación de los costos de recursos humanos aplicados directamente a la obra incluye el análisis de:

- Costo de Obrero Calificado: es aquel personal que posee algún grado de especialización dentro de los procesos constructivos, tales como carpinteros, armadores, mecánicos de obra de banco. A este tipo de personal generalmente se le paga con salario por unidad de obra que se establece en base a los tabuladores de precio definidos en los contratos colectivos de trabajo o laudo arbitral.

- Costo de Obrero no Calificado: este personal llamado también auxiliares, tienen salarios por unidad de tiempo o por jornada del día; también puede ser por tarea del día en base a metrajes establecidos por rendimientos de obra realizable en la jornada ($m^3/\text{día}$, $m^2/\text{día}$, $m/\text{día}$). El cálculo del costo de este personal requiere de datos históricos referentes a rendimientos unitarios, así como a criterios para definir la cantidad de obreros a asignar a un determinado proceso.

1.8.7.7 Equipo y Herramientas

Son parte de los recursos físicos o materiales que se requieren para una obra, el equipo y herramientas condicionan los procesos constructivos. Sus costos pueden clasificarse así: maquinaria, equipo mecanizado, herramientas (equipo manual), accesorios (equipo de seguridad industrial).

1.8.7.8 Costos indirectos

Son los gastos en los que en general incurren las empresas, por la realización de obras y/o proyectos así como por existencia y el funcionamiento de ellas mismas, los cuales son aplicados por sus oficinas centrales y se distribuyen entre las diversas obras que realiza y se determinan para la propia obra, siendo considerados sólo en ella. Además, es la suma de todos los gastos técnicos-administrativos necesarios para la adecuada realización de cualquier proceso productivo.

1.8.7.9 Costo indirecto de operación

Es la suma de gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado como por ejemplo en un año fiscal, año calendario, ejercicio, etc.

Los rubros que integran los costos directos de operación son:

- Cargos técnicos y administrativos.
- Alquileres y/o depreciaciones.
- Obligaciones y seguros.
- Materiales de consumo.
- Capacitación y promoción.

1.8.7.10 Gasto indirecto de obra

Es la suma de todos los gastos que son aplicables a todos los conceptos presupuestarios de una obra en particular; estos son:

- Gastos técnicos y/o administrativos: son los que representan la estructura ejecutiva técnica y administrativa de una obra, tales como honorarios, sueldos, viáticos de residentes, maestros de obra, vigilantes, bodegueros, etc.

- Traslado de personal: son los gastos por concepto de traslado de personal técnico y administrativo de su lugar de residencia a la obra y viceversa; además de los realizados en forma periódica o en fechas conmemorativas.
- Comunicaciones y fletes: son los gastos que tienen por objeto establecer un vínculo constante entre la oficina central y la obra; así como abastecer del equipo idóneo a la obra.
- Construcciones provisionales: se efectúan para mejorar la productividad de la obra, como para proteger equipo y materiales a utilizar, resguardando en forma segura todas las existencias adquiridas presupuestariamente.
- Consumos varios: se efectúan por energéticos equipos especiales y requerimientos locales tales como consumo de energía eléctrica, agua, papelería, copias, etc.

1.8.7.11 Fianzas

Son las formas de cómo la parte contratante evita los riesgos que implica el cumplimiento de las condiciones de un contrato, y que para el contratista significa un desembolso. La evaluación de este concepto depende de las condiciones específicas y de los requerimientos de parte del contratante, así como de la magnitud del proyecto.

1.8.7.12 Imprevistos

Incluyen los montos no considerados presupuestariamente en partidas o detalles o en general en situaciones no previstas que ocurren en el medio ambiente y el elemento humano, aunque exista una buena organización en la

ejecución de la obra; esto no se debe confundir con los trabajos adicionales que se producen por modificaciones, ampliaciones u otras causas cuantificadas.

1.8.7.13 Financiamiento

Son los gastos en que toda empresa incurre antes, durante y después de los trabajos de ejecución; y por los cuales no ha recibido pago alguno, tales como período para poder cobrar la obra ejecutada, esto lo convierte en un financiero según el plazo estipulado corto, mediano o largo.

1.8.7.14 Costos totales

Es el resultado que se obtiene de costos directos más costos indirectos, así mismo incluye las ganancias de utilidad.

1.8.7.15 Costos totales por unidad de habitación

Es la suma de los costos directos e indirectos que conforman el presupuesto para la construcción de una obra cualquiera, tal como una vivienda, en la cual se llega a determinar el monto total de la obra o proyecto.

1.8.7.16 Costo total por proyecto

Es la suma de los montos totales en particular de cada unidad presupuestada, como el caso de una vivienda, que tiene su valor total, esto de acuerdo con el número de unidades proyectadas. Conforman un proyecto habitacional por lo cual se obtiene el costo por la totalidad del proyecto o costo total del proyecto. Por ejemplo el costo total de una urbanización.

1.8.7.17 Costo total por varios proyectos

Es la suma de los costos totales de cada uno de los proyectos tomados en conjunto.

1.8.8 TIPOS DE VIVIENDA POR SECTOR PRODUCTIVO

Determinado por las personas protagonistas de la construcción de sus viviendas y las entidades realizadoras o facilitadores de vivienda, a través del estado u organizaciones no gubernamentales (ONG'S), las cuales ayudan a la autoconstrucción, que es cuando el consumidor final o el usuario, es el mismo productor de la obra tanto económica como técnicamente. Esta se da generalmente en las zonas marginales, colonias ilegales o en los programas de ayuda mutua.

1.8.8.1 Sector productivo de vivienda por el estado

Las viviendas son construidas por encargo directo del estado a través del Fondo Social para la Vivienda (FSV), FONAVIPO y otros a través de licitaciones. Estas viviendas pueden ser unifamiliares, multifamiliares y lotes con servicios. Todas poseen dimensiones mínimas y casi siempre a cuotas bajas; usando en su construcción: ladrillo de barro cocido, sólidos o huecos, bloque hueco de concreto, cemento, arena y hierro (sistema mixto), de marco estructural o paredes de carga para multifamiliares.

1.8.8.2 Sector productivo de carácter privado: empresas privadas

Pueden desarrollar las construcciones proyectadas por el estado, mediante licitaciones; realizar lotificaciones comerciales para el área rural, así como urbanizaciones en las ciudades principales del país en las zonas urbanas, participar en construcciones de desarrollo comunal por medio de ayuda mutua y en lotificaciones ilegales.

CONCLUSIONES

- Para la fabricación de los materiales alternativos se utilizan diferentes procesos de transformación de la materia prima, a la cual se le da un tratamiento antes y después de transformado, y deben de seleccionarse los mejores procedimientos que se adopten a la situación y a los recursos que se posea en el lugar de la elaboración.
- En el país se cuenta con una riqueza de materias primas con los cuales se pueden hacer materiales alternativos para la construcción de viviendas, como los que se han descrito en este capítulo, sólo basta informar adecuadamente cómo obtenerlos y transformarlos para que sean de beneficio para la comunidad de las personas de bajos recursos económicos
- Se han definido los diferentes conceptos de materias primas, materiales, equipo y métodos de transformación de una manera sencilla y específica, para que las personas que accedan al manual sepan que existen otras alternativas para construir viviendas con distintos procesos tradicionales de construcción.
- Por lo general, las personas no saben qué implica el costo o el precio de un material, así como su proceso de elaboración, el transporte en que incurre, la maquinaria a utilizar, el tipo de producción y la adquisición de materia prima; por lo que se hace necesario dar una aplicación de los costos y cómo influyen en la realización de los productos.

CAPÍTULO II
GUÍAS TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE
MATERIALES NO TRADICIONALES ÚTILES EN LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO

PAREDES

2.1 PAREDES.

Cualquier pared de vivienda habitacional se puede hacer de bloque hueco o sólido o de panel modulado en el lugar. El tipo de material es seleccionado generalmente por el usuario; así, se puede elegir entre bloques hechos de suelo cemento, piedra pómez, barro complementado con lodos residuales o arcilla estabilizada con cemento. El diagrama No. 1 indica cómo elegir el bloque para pared, siguiendo la bifurcación en el diagrama.

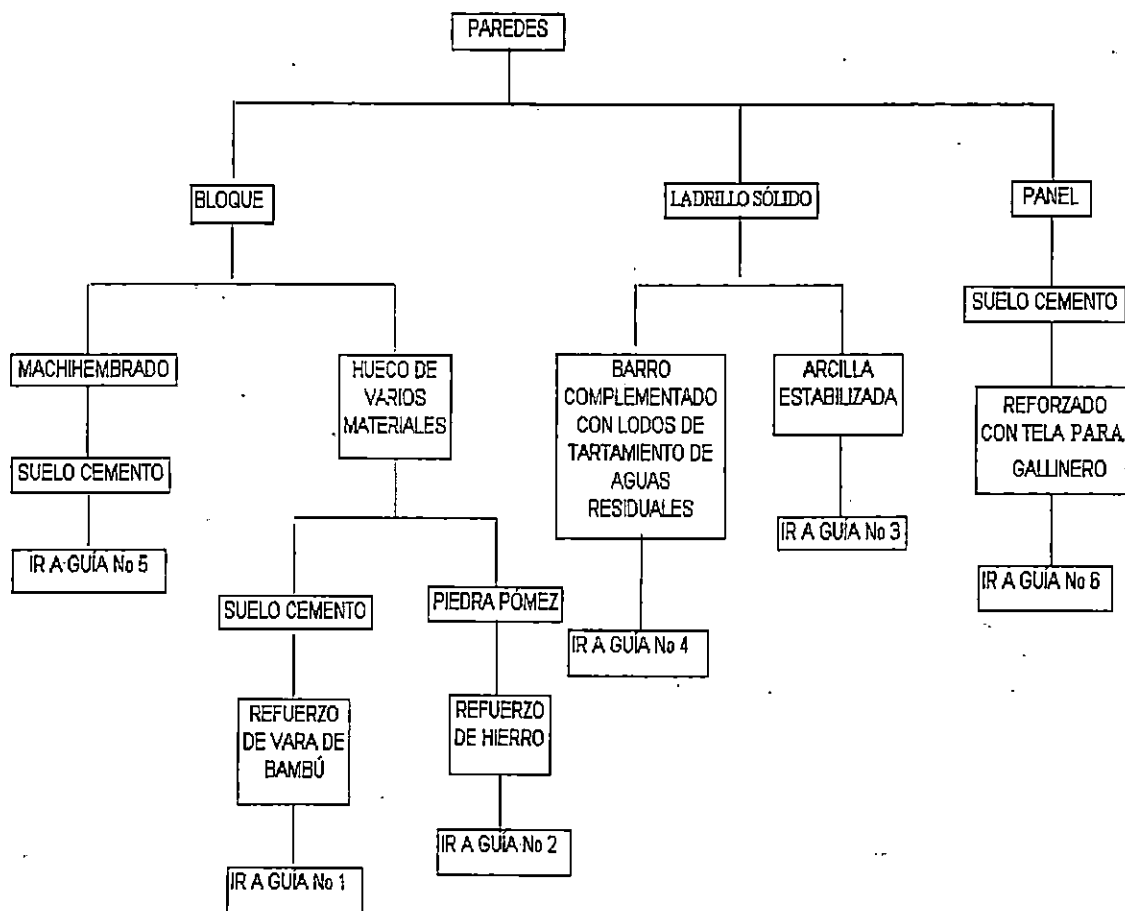


Diagrama No 1

2.1.1 Guía Operativa No.1: Fabricación de bloque hueco hecho de suelo cemento y construcción de paredes en viviendas reforzadas con vara de bambú.

2.1.1.1 Uso de la guía.

La tierra blanca es una ceniza volcánica de color blanco marfil en su forma más típica y es una mezcla de grava, pómez, arena y limo. En el país existen abundantes yacimientos, con capas de 0 a 3 m, llegando a encontrar capas hasta con 25 a 50 m de espesor o más. La tierra blanca posee las cualidades de los suelos areno limosos, bajo peso volumétrico y son muy utilizados para elaborar suelo cemento. Antes de utilizar el banco de tierra blanca elegido, se efectúa la limpieza de todo el contenido vegetal que se tenga en la superficie, posteriormente se retira la primera capa de unos 20 a 30 cm o despálme, luego se retira e inicia la extracción del material en volúmenes pequeños para permitir un rápido secado, procediendo luego a triturar los grumos o terrones.

La vara de bambú también es utilizada en la construcción de paredes, ya que es usada en sustitución del acero de refuerzo que esta llevan. La planta se encuentra en el país en zonas tropicales en forma de parras; aunque no son especies de zonas húmedas, la vara de bambú antes de ser colocada como refuerzo debe pasar por diferentes fases, primero es cortada y puesta a curar para que pierda almidón y luego cortada en tiras para elaborar trenzas de diferentes anchos que sustituyen al área de refuerzo de una varilla de hierro.

Para una pared hecha de bloque hueco de suelo cemento, reforzada con vara de bambú, en la guía operativa No. 1 se encuentra expuesto a detalle los datos generales así como los procesos necesarios para fabricar los bloques; a la vez, la obtención de la vara de bambú, su tratamiento y procesado para obtener las varillas cuadradas de refuerzo para usar junto con el bloque hueco. La guía también indica cómo debe procederse para levantar la pared con el personal necesario, albañil (es), peón (es) y/o dirigidos por un técnico de mayor amplitud de criterio para obtener mejores resultados constructivos en cuanto a seguridad y acabados; los materiales complementarios para llevar a cabo el

proceso constructivo o de fabricación, así como las herramientas, equipos e instrumentos necesarios deberán disponerse siempre.

Es necesario que se tomen las correspondientes precauciones o medidas de seguridad en el cumplimiento de los procesos de fabricación, a fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros tal como lo prevé la guía operativa No 1.

Durante los procesos de fabricación y construcción es necesario que haya un encargado o supervisor que dirija y vigile el cumplimiento de la guía, en cuanto a obtener buenos resultados; un albañil con experiencia, fácilmente puede asumir esa tarea. En el caso de estimar montos de mano de obra de personal de trabajo, las guías no lo prevén porque se considera que es a través de trabajos colectivos de ayuda o comunitarios; sin embargo, para poderlos representar en costos de producción comunitaria, éstos se reflejan en planillas de acuerdo al Laudo Arbitral en los oficios tradicionales ahí señalados y su forma de pago (albañil, peón, carpintero, etc.).

Cuando la producción de bloques, ladrillos, paneles u otra opción no especificada, se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega; por ello siempre es necesario considerar una área específica para cada operación a realizar en los procesos de fabricación como parte del área total de producción o planta. Ver diagrama de planta de producción en anexo A-1.

Los rendimientos de los operarios, por producción, se podrán estimar según destreza en entrenamientos progresivos y los tiempos de producción se estiman de la siguiente forma: los volúmenes de producción estarán sujetos a programación según recursos financieros, materiales, rendimientos en operaciones correspondientes; así como del interés que muestren las personas o grupos comunitarios y la programación, dado que las guías se concentra más en indicar datos técnicos, procesos de fabricación y procesos constructivos detallando operaciones y pasos, cumpliendo en la realización de bloques y paredes reforzadas. Para conformar la planta o unidad de producción se tomarán en cuenta las indicaciones aquí vertidas y diagramadas.

El uso de la guía operativa No 1 en forma prontuaria, en este manual, se realizará como sigue:

Al tener tierra blanca que al colarla en la criba bien fina o malla No. 200 el 50% se retiene en esta malla, se determina su humedad; considerando que se tiene 30.5% de humedad, (tabla No. 1), se dispone de una bolsa de cemento (42.5 Kg) y 13 y medios sacos de tierra blanca (573.75 Kg.) o el equivalente a 6 3/4 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras, así mismo 6 1/3 latas de agua (157.14 lts), todo lo cual se mezclará como se indica en el apartado II de esta guía para luego hacer los bloques huecos. Además la varilla cuadrada de bambú como refuerzo del bloque hueco se obtiene según el apartado III de la guía.

En el apartado IV se indica una forma de hacer el trazo de la vivienda así como la fundación y el levantado de la pared de bloque hueco reforzado con vara de bambú. El acabado de pared es liso en la sisa a ras de cara y repellido para acabado final de pared o pintado directamente. Así se obtiene una pared hecha de bloque de suelo cemento reforzado con vara de bambú, acabada. El diagrama No 2 muestra la secuencia del proceso de elaboración.

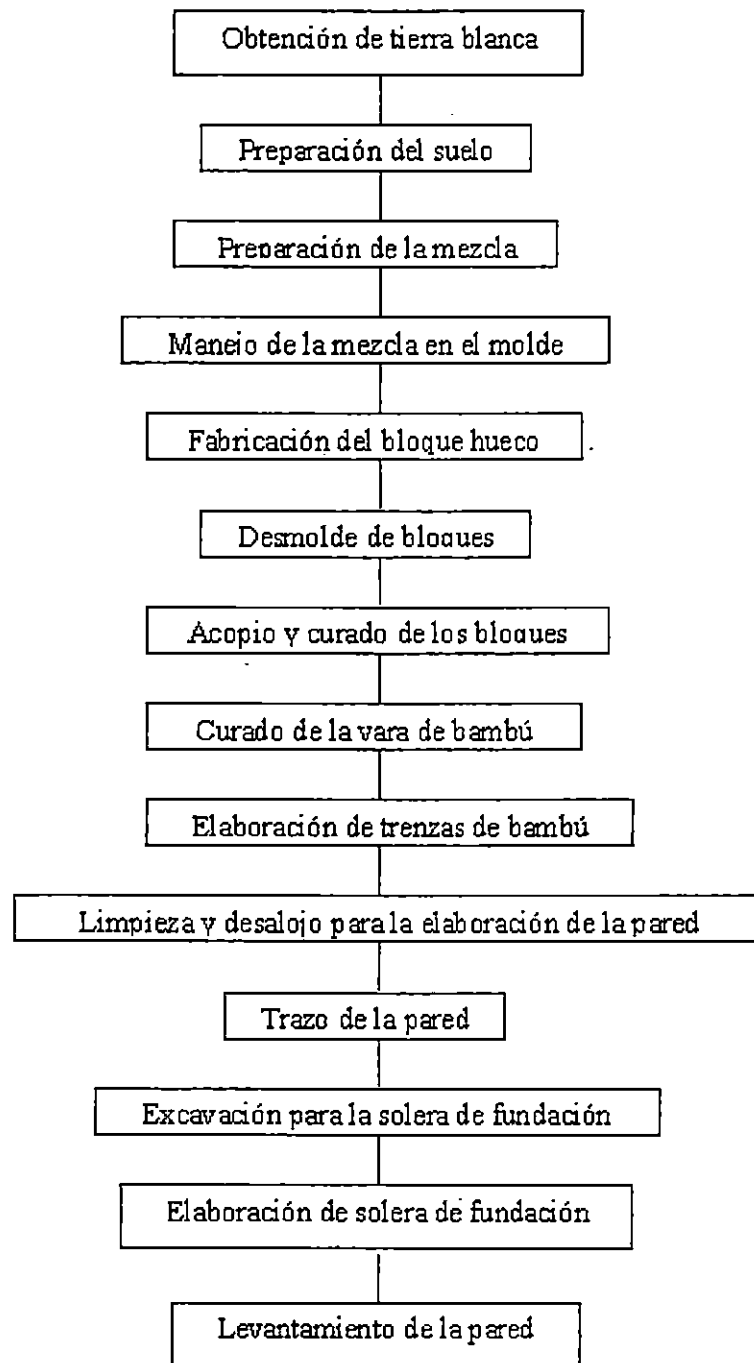


Diagrama No 2. Proceso de guía No 1

2.1.1.2 Guía operativa No 1.

Fabricación de bloque hueco hecho de suelo cemento y construcción de paredes en viviendas reforzadas con vara de bambú.⁹

I. Datos Generales

Producto	: Bloque hueco hecho de tierra blanca y cemento, vara de bambú para refuerzo del bloque hueco.
Dimensiones	: 15 cm x 19 cm x 39 cm.
Aplicación en	: Vivienda de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
Materiales	: Tierra blanca, cemento, agua limpia, vara de bambú.
Equipo y herramientas:	Palas, carretillas, cubetas, malla No 4, molde para bloque, extractor de bloque, concretera de 1 bolsa, mesa vibradora.
Costo	: ₡ 1.10 c/u
Datos técnicos	: la tabla No. 1 contiene los datos útiles para la elaboración del bloque.

Tabla No. 1. Datos útiles para fabricar bloque de suelo cemento.

Concepto	Parámetro		
	Areno Limoso, SM	Areno Limoso, SM	Limo arenoso, ML
Tipo de suelo	Areno Limoso, SM	Areno Limoso, SM	Limo arenoso, ML
Humedad Óptima del suelo	25%	31%	35%
Granulometría	50% se retiene en la malla No200*	50% se retiene en la malla No200*	50% se retiene en la malla No200*
Proporción suelo cemento	13.5:1	13.5:1	13.5:1
Cantidad de suelo	573.75 kg	573.75 kg	573.75 kg
Cantidad de cemento	42.5 kg.**	42.5 kg.**	42.5 kg.**
Cantidad de agua	157.14 lts.	157.14 lts.	157.14 lts.
Resistencia a la compresión	74.89 kg/cm ²	71.46 kg/cm ²	35.58 kg/cm ²

* es la malla más fina que venden en las ferreterías. ** equivalente a una bolsa de cemento.

⁹ Adaptada de: Roberto Otoniel Berganza Estrada, Blanca Dinora Rivera González y José René Flores Rivas. Métodos constructivos para la vivienda marginal y rural. (parte II)". Trabajo de Graduación, Universidad de El Salvador, 1987.

II. Elaboración de bloques.

Procesamiento del suelo como materia prima.

Preparación del suelo: habiendo elegido y estimado la cantidad disponible de suelo a utilizar, se retira de la superficie toda la materia orgánica o vegetal que el suelo contenga, hasta que quede limpia la zona. La extracción se programa y se inicia en volúmenes pequeños para que tenga secado rápido, para luego triturar los grumos y eliminar las gravas mediante el tamizado por la malla No 4.

Preparación de la mezcla en la concreteira y proporcionamiento: la mezcla se prepara con una parte de cemento más trece y media de suelo o sea 1:13.5; se procede utilizando la concreteira o mezcladora de la siguiente manera: la concreteira debe humedecerse para que la mezcla no se adhiera a las paredes, se pone en movimiento y se va introduciendo la cantidad de suelo seguida de la cantidad de cemento y vertiendo 157.14 lts de agua poco a poco, durante la revoltura en la concreteira. Se deja mezclar, rotando el tambor por un lapso de 15 minutos aproximadamente para obtener una mezcla homogénea y si es necesario, se agrega otra pequeña cantidad de agua hasta lograr una consistencia para que la mezcla sea trabajable. Terminado el tiempo de mezclado se vierte la mezcla en cubetas o baldes para luego ser transportada y colocada en los moldes de bloque o a gradillas artesanales.

Fabricación de bloque hueco.

Manejo de la mezcla en el molde: la mezcla preparada se coloca en el molde por medio de una pala manual o cucharón hasta acomodarla en un lleno total sin enrasar y se procede a compactar en la mesa vibradora de la máquina con una frecuencia de 7500 RPM para lograr al máximo la disminución del volumen de aire, o volumen de vacíos; en suelos menos finos se necesita mayor frecuencia. El vibrado debe hacerse durante 60 segundos, al terminar el tiempo se enrasa el molde e inmediatamente se hace el vibrado final por un lapso de 10 segundos.

Desmolde de bloques: terminada la compactación, se separa el molde del bloque utilizando el extractor de bloques que dispone la máquina. El molde a utilizar consta de

tres compartimientos, dos para bloque pared y uno para bloque solera, los cuales pueden ser modificados después, colocando una pieza de lámina de hierro intermedia para obtener dos medios bloques.

Acopio y Curado: los bloques recién elaborados deben ser colocados en una zona fija apropiada, en la sombra, para someterlos al curado, lo cual se realiza rociando agua tres veces al día para conservar la humedad por un lapso de siete días; después de este periodo, el curado se puede hacer con menos frecuencia, únicamente para que el bloque permanezca húmedo a fin de mejorar su calidad durante los restantes días antes de usarlo, o lo que falta para 28 días para alcanzar su máxima resistencia.

III. Elaboración de varillas hechas de vara de bambú.

Curado de la vara de bambú: se hace con el fin de prolongar más su promedio de vida en condiciones favorables para su uso, (ya que el bambú cortado es mayormente atacado por insectos y hongos).

Curado por aireación: se corta el bambú y se deja que se seque en forma horizontal sobre una base no húmeda, o entarimado. Con algún tiempo las ramas asimilan la humedad y el tallo pierde almidón. Ver figura No. 24

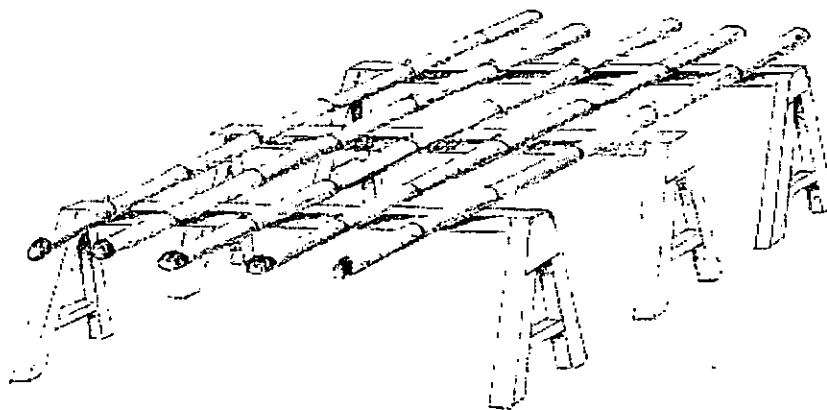


Figura No 24. Curado horizontal de varas de Bambú.

Procesamiento de la vara de bambú para refuerzo el bloque hueco de suelo cemento: la vara de bambú ya curada debe ser cortada en tiras de secciones cuadradas de 1.0 cm x 1.0 cm del largo de la vara; éstas varillas servirán para formar trenzas, cada una con tres tiras de bambú como mínimo, las cuales constituirán el refuerzo horizontal y vertical de los bloques huecos de suelo cemento.

Calidad de la vara de bambú para refuerzo: al realizar las trenzas estas obtendrán áreas de sección de 3 cm², 6 cm² y 9 cm² que constituyen respectivamente el 1%, 2% y 3% del refuerzo a colocar. De esta manera, se facilitará la colocación del bambú dentro de los huecos del bloque verticalmente. La tabla No. 2 contiene los datos técnicos de las varillas de bambú procesado usado como refuerzo del bloque hueco.

Tabla No 2. Valores útiles de varilla de refuerzo hecha de bambú.

Tipo	Dimensiones			Área (cm ²)	Módulo de Elasticidad
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)		
Con nudo	8	1	1.1	1.1	19,5000 kg/cm ²
Sin nudo	8	0.9	1.1	0.99	240,000 kg/cm ²

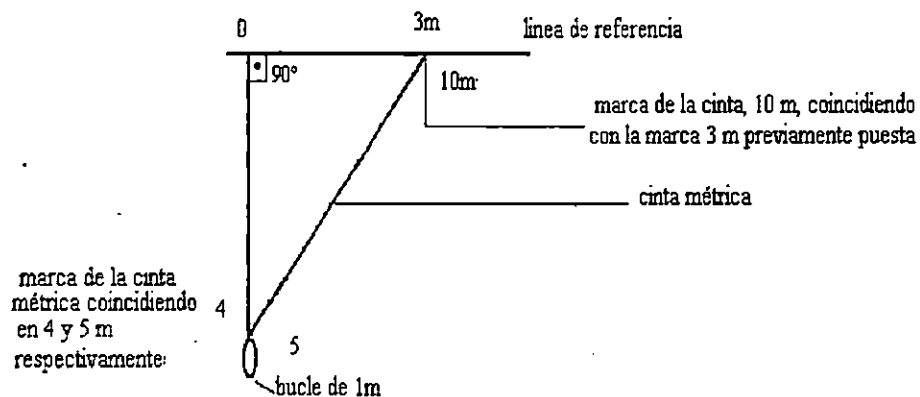
Adaptada de cuadro No 4-30, Trabajo de Graduación "Materiales y Métodos constructivos para la vivienda marginal y rural. (parte II)". Roberto Otoniel Berganza Estrada, Blanca Dinora Rivera González y José René Flores Rivas. Universidad de El Salvador, 1987.

IV. Paredes hechas de bloque hueco de suelo cemento y varilla trenzada de vara de bambú.

Limpieza y Desalojo: en el lugar donde se va a realizar la construcción, antes de realizar el trazo, el terreno debe ser preparado retirando cualquier obstáculo, basura, desperdicios, materia vegetal, tronco de árboles o arbustos, raíces y todo cuanto sea necesario para poder realizar las excavaciones; así mismo, quitar la capa superficial del terreno, que normalmente contiene materia orgánica que no es adecuada para resistir el peso de la obra a construir.

Trazo: el primer paso para la realización del trazo es obtener una línea de referencia, la cual tiene que ser definida en el terreno; pues a partir de ésta se localizan

las demás líneas. Se parte de ésta en relación a cualquier punto o línea de la geometría que se necesite; si la línea de partida tiene ángulo recto (90°), con respecto a la línea de referencia, para obtener la perpendicular entre estas líneas se aplica el método de la cinta métrica basado en el triángulo 3-4-5, este representa cada uno de sus lados, en el cual se tiene una línea que sea paralela al cordón o cuneta de la calle (línea de referencia). Trazarlo de la siguiente manera: en uno de los extremos de los ejes de referencia se miden 3 metros sobre el cordón independientemente; con la cinta libre se hace la siguiente operación: se parte del cero hasta la marca 4 metros y se hace coincidir con ésta la marca 5 metros haciendo un bucle u onda y se continúa hasta la marca 10 metros, como se indica en la figura No 25 a. Luego, se hacen coincidir los dos extremos de la cinta con las respectivas marcas sobre el cordón quedando formado así el triángulo 3-4-5, y se marca en el extremo 4 metros con la plomada al interior del vértice del triángulo formado, el correspondiente punto donde se prolonga la línea para poner el punto siguiente y medir la distancia necesitada; se repite la misma operación para el otro extremo del eje. Ver figura No 25 b.



a) Trazo de una perpendicular a la línea de referencia y puesta del punto de interés

Fig. No 25.a Método 3-4-5 para realizar el trazo.

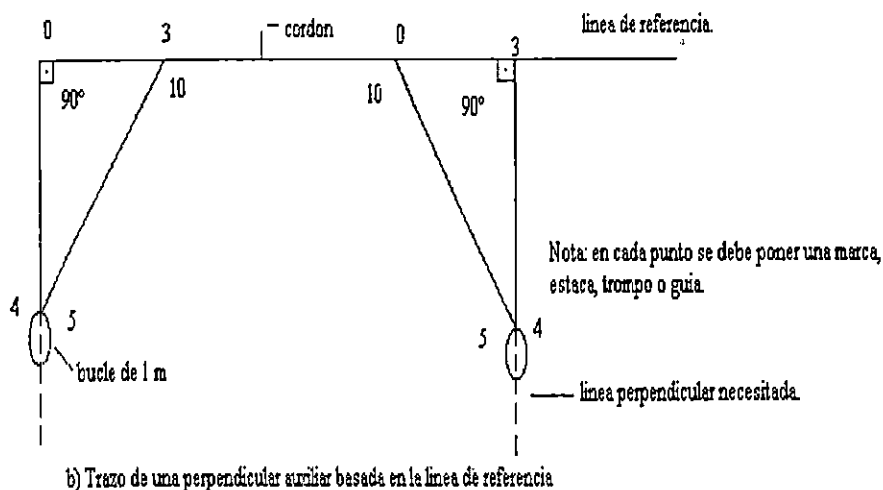


Figura No 25.b Método 3-4-5 para realizar el trazo.

Para dejar establecida esta línea en el terreno se siembran dos estacas con una almádana procurando que queden bien empotradas salidas unos 40 - 75 cm de la superficie y separadas 1.5 m entre sí, las cuales se unirán por medio de un travesaño. Esto se hará en cada uno de los extremos de la línea que se requiere referenciar; luego sobre este travesaño que se conoce con el nombre de "niveleta" se marca el punto por donde pasará la línea y se referencia por medio de dos clavos dispuestos en forma de "V" en ambos extremos de la línea, para que posteriormente estos puntos sean unidos por un cordel. Para ubicar sobre las niveletas la línea formada por el cordel y que es la que pasa sobre los puntos principales situados sobre el terreno, se emplea la plomada (ver figura No 26). Luego se ubican sobre la línea base, los puntos que van a llegar perpendiculares a la misma, estas nuevas líneas deben quedar también definidas en el terreno por medio de niveletas, se continua el mismo procedimiento, hasta que se llega a formar el perímetro de la vivienda.

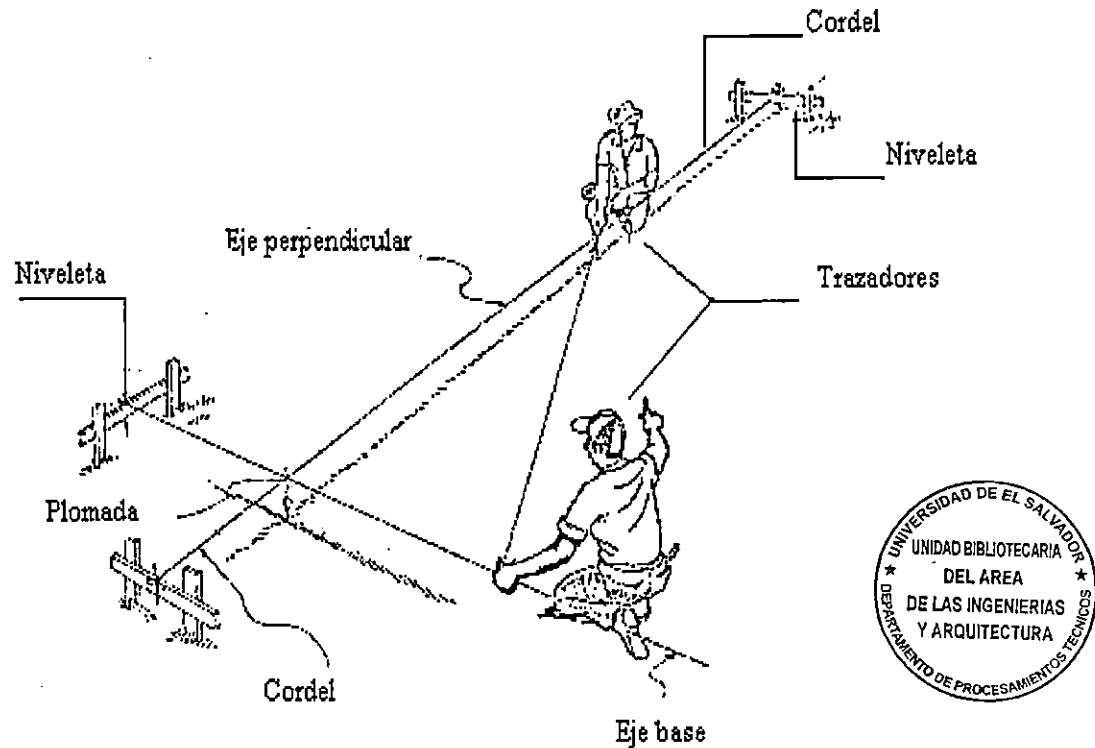


Figura No 26. Trazo en terreno auxiliado con niveletas.

Excavaciones: el trazo en la excavación se hace a partir de cada eje o líneas centrales; a cada lado del eje se indica la mitad del ancho de la cimentación definiendo así después del eje una línea a cada lado, la cual se marca con cal a lo largo del cordel, para que el excavador sepa los límites de su trabajo.

Terminado el trazo se procede a realizar la excavación, que consiste en remover el volumen de tierra, a lo largo del perímetro base, que son los límites del edificio, por ejemplo; esto se logra haciendo que el suelo pierda cohesión al fraccionarlo con la piocha desprendiéndolo totalmente y se retira con la pala. La excavación puede realizarse por capas de 40 cm. Poniendo un escantillón o regla graduada, hasta llegar a la profundidad deseada, los laterales quedarán bien verticales o con la inclinación requerida; así mismo, quedará el fondo bien nivelado o aplanado. El sistema a utilizar para excavar dependerá del tipo de terreno que se tenga y del volumen de tierra a remover; así, en terrenos suaves y semi duros, se pueden utilizar herramientas de mano

como palas, picos, piochas, chuzos o azadones. En terrenos duros se puede utilizar barras, cinceles y almádanas para poder romper el suelo o dinamita si hay roca grande. La excavación pueden realizarla dos personas, una excavando y la otra sacando el suelo excavado, el cual deberá ser depositado lateralmente o en lugares que no obstruyan el avance de la obra, lo depositado se protege con un plástico negro por la acción de la lluvia, sol y viento. Cuando se efectúen excavaciones de 1m a 1.5 m. de profundidad se deberá dejar un ancho de 40 cm a 60 cm, de tal manera que la persona pueda realizar el trabajo dentro de la zanja con la libertad adecuada para efectuar los movimientos necesarios, haciendo más eficiente el trabajo.

Fundación reforzada con vara de bambú: una vez hechas las zanjas donde se alojará la solera de fundación de 30 cm x 20 cm. que sostendrá la pared (elaborada con la misma proporción de suelo cemento utilizada para elaborar los bloques) se coloca el armado de vara de bambú, teniendo el cuidado de dejar anclado el refuerzo vertical. Este refuerzo en forma de trenzas deberá fijarse con otras inclinadas sujetas en el suelo como tirantes en escuadras, contra venteadas, para evitar que las trenzas se muevan o se pandeen debido a su propio peso; para este fin se usará alambre de amarre. Este paso es muy importante, ya que de él depende el correcto alineamiento de los bloques al construir la pared.

Hechura de paredes: la trenza de vara de bambú como refuerzo se coloca similar a como se hace el proceso de colocar las varillas de hierro de cualquier diámetro, en refuerzo vertical y horizontal de pared, teniendo cuidado de colocarlo verticalmente a una distancia de 80 cm como máximo, entre cada trenza, y se deberá colocar refuerzo en los lados de aberturas mayores de 60 cm como puertas y ventanas. Ver figura No 27.

La construcción de la pared comienza hasta que la alineación horizontal y vertical de la fundación ha sido revisada, con plomada y nivel, y es satisfactoria. Luego se aplica la mezcla (mortero) de suelo cemento según lo especifica la tabla No 3, por 1 m³ que se utilice de cemento Pórtland, se utiliza ¼ m³ de cal hidratada y 2 ½ m³ de tierra blanca.

Tabla No. 3. Proporciones del mortero por volúmenes

Datos	Cemento Portland	Cal Hidratada	Suelo
Cantidad	1	0.25	2.25

Antes de colocar la primera hilada de bloques, se debe picar y limpiar perfectamente la superficie superior de la fundación, para que el mortero se adhiera a las caras de ambos elementos, solera de fundación y bloque de suelo cemento, se pega la primera hilada de bloques sobre la fundación. Es importante que los bloques que se coloquen en las paredes no estén húmedos ni antes ni durante la colocación de los mismos en la pared, de esta manera se disminuye el encogimiento por secado de la pared terminada.

Las juntas de mortero entre los bloques, sisas, deben quedar impermeables alisando con la cuchara a rostro de bloques, entre más delgadas se dejen, se logra una pared más impermeable; para esto no se permiten sisas mayores de 1 cm de ancho en mampostería reforzada. Los bloques deben estar dispuestos traslapadamente, tal que sus juntas verticales no deben coincidir entre sí durante el pegado, esto para que haya trabazón entre las piezas con el objeto de romper la continuidad; ya que el buen funcionamiento estructural de la pared depende mucho de sus juntas, esto es lo preferible.

Los huecos del bloque que tienen varillas de refuerzo se llenan con la misma mezcla y no se deben mover cuando el concreto esté fraguando, por lo que hay que amarrar horizontalmente las varillas. La consistencia de la mezcla para llenar los bloques será relativamente semifluida, o sea manejable para su compactación, ésta puede hacerse con una varilla de diámetro de 3/8"; para realizar este colado puede hacerse por "colado de baja altura", que consiste en construir la pared hasta la altura máxima de 1.2 m y se cuela la mezcla en los huecos donde hay varilla, este se compacta con la varilla metálica de 3/8" y se espera al menos 15 minutos (generalmente se espera entre 30 y 60 minutos),

esto antes de continuar, para eliminar la posibilidad de que parte de la pared falle por presión hidrostática.

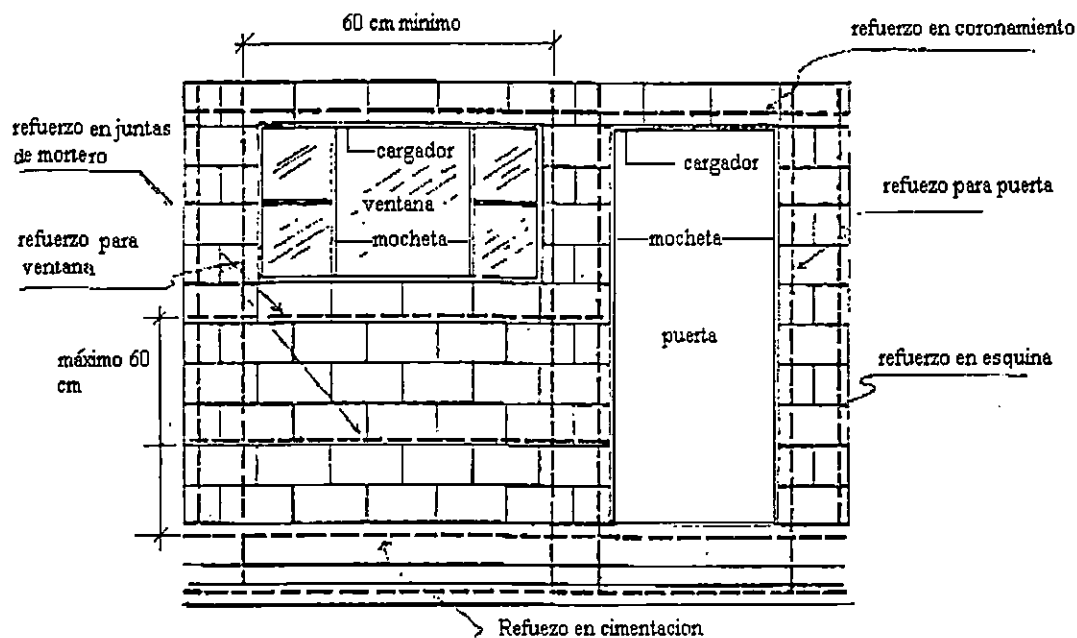


Figura No 27. Detalle de pared con su respectivo refuerzo transversal y longitudinal.

V. Notas técnicas para el uso del bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú.

Mano de obra

La cantidad de personal a utilizar para elaborar los bloques de suelo cemento dependerá de la cantidad de bloques que se requerirá sacar en una jornada de trabajo, pero se puede utilizar un operador para la máquina bloquera y cuatro auxiliares para realizar la mezcla y transportar los bloques.

Ventajas

Las dimensiones del bloque de suelo cemento son el módulo convencional así como su geometría, y cumple especificaciones estructurales de tal tipo de acuerdo a las normas de la ASTM.

La opción de utilizar vara de bambú como refuerzo vertical y horizontal de paredes, asegura la resistencia a la tensión y es de fácil colocación, tiene buena respuesta de trabajo, bajo costo y una alta relación entre la resistencia y peso; además la vara de bambú es un material versátil de origen natural que se encuentra abundantemente en varios lugares del país; es compatible con el suelo cemento, teniendo las siguientes características:

Alta relación modular entre el bambú y el suelo cemento; la vida útil del bloque de suelo cemento es similar a la del bambú, por tanto la durabilidad de las paredes es buena; los coeficientes de expansión térmica del bambú y del suelo cemento son similares.

Recomendaciones

La varilla hecha de bambú para refuerzo es un material natural y fibroso, por lo que se hace necesario utilizar tratamientos especiales de curado para conservar la resistencia y prolongar su duración.

En la fabricación de los bloques así como al manipularlos durante el proceso constructivo se debe tener el cuidado de no dañar aristas, esquinas, superficies y acabados de éste para tener finalmente una pared de buena calidad.

Las paredes elaboradas, es mejor protegerlas del intemperismo días después de acabados.

2.1.1.3 Características técnicas del bloque de suelo cemento

Características Geométricas

Dimensiones	15x19x39 cms
Area Gruesa	585 cm ²
Area Neta	453 cm ²
Area Hueca	132 cm ²
Porcentaje de área hueca	22.56%
Porcentaje de área neta	77.44%

Características Físicas

Color	café claro
Volumen del bloque	11,115.0 cm ³
Peso volumétrico del bloque	1,565.5 kg/m ³
Peso del bloque	17.40 kg.
Porcentaje de absorción	16.65%

Características Mecánicas

Resistencia del bloque a la compresión	60.64 kg/cm ²
Resistencia compresión de prismas	no se llevó a cabo
Resistencia al cortate en prismas	5.26 kg/cm ²
Esfuerzo de adherencia	1.55 kg/cm ²
Adherencia entre mortero y bambú	10.72 kg/cm ²

2.1.1.4 Especificaciones técnicas.

- Las paredes elaboradas con bloque hueco deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM designación C-90-64T para el tipo de bloque hueco.
- Las paredes se dejarán a plomo, alineadas correctamente para que la junta horizontal sea uniforme. Los bloques se colocarán sin mojarse con un mortero de proporción 1: 1/4: 2^{1/2} (1 parte de cemento Pórtland, por ¼ de cal hidratada, por 2^{1/2} de agregado), y las juntas no podrán ser, mayores de 1.5 cm ni menores de 0.5 cm.
- No se permitirá utilizar bloques que no tengan como mínimo 28 días de edad.
- Las juntas de los bloques de suelo cemento serán lisas, no sisadas, de tal manera que toda la pared tenga una superficie lisa y uniforme.
- El relleno de los huecos de las paredes (verticales y horizontales) se llevan a cabo con la misma mezcla utilizada para elaborar los bloques de suelo cemento.

- No se permitirá por ningún motivo utilizar un mortero que tenga más de una hora de preparación.
- El refuerzo en la pared serán las trenzas elaboradas con vara de bambú y se colocarán como refuerzo horizontal y verticalmente, tal como se muestra en la guía No1.

2.1.2 Guía Operativa No 2: Fabricación de bloque hueco de piedra pómez y construcción de paredes en viviendas, reforzadas con varilla de hierro.

2.1.2.1 Uso de la guía

La piedra pómez es común en la mayor parte de lugares del país como resultado de las distintas erupciones volcánicas, esta se encuentra asociada (revuelta) con la tierra blanca o ceniza volcánica o con arcillas principalmente rojas, generalmente en sitios de topografía ondulada o quebrada y de abundante vegetación o arboledas. Es un recurso natural útil para fabricar materiales de construcción por ser liviano, fácil de arrancar y de moler, razón por la cual, también se usa como agregado en combinación con el cemento.

La pómez molida se conoce como puzolana y su grano natural es usado para acabados en superficies planas y como colchón aislante en pisos interiores.

La piedra pómez para ser usada para fabricar materiales de construcción es arrancada de los yacimientos naturales donde se encuentra en abundancia y es llevada a un lugar de acopio para reposado y estabilizado químico natural, al disponerla en forma de cerro rodeada de bloques o piedras al pie para evitar la pérdida de lo que baja y se pueda retener, este cerrito se tapa con plástico negro para defenderlo del agua, el viento y las personas que lo puedan regar y desperdiciar.

Entre las propiedades relevantes de la piedra pómez están su bajo peso, fragilidad ya que fácilmente se quiebra y tiene facilidad de paso del agua a través de sus poros u oquedades.

Cuando la producción de bloques se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega; por ello siempre es necesario considerar una área específica para cada operación a realizar en los procesos de fabricación como parte del área total de producción o planta. Ver diagrama de planta de producción en anexo A-2.

El uso de la guía operativa No 2 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

Al tener suelo con contenido de piedra pómez que pase la malla de 3/8" (tabla No. 4), se dispone de 6 bolsas de cemento (253.61 Kg.) y 29 3/4 sacos de piedra pómez o el equivalente a 15 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras, así mismo 7 1/3 latas de agua (178.81 lts.), todas estas cantidades se mezclarán para obtener 1 m³ de mezcla, o concreto de piedra pómez, tal como se indica en el apartado II de esta guía para luego hacer los bloques huecos.

En el apartado III se indica la forma de hacer el trazo y la fundación de la pared es similar al utilizado en la guía operativa No. 1; además, se indica el levantado de la pared de bloque hueco. Se utilizan varilla de hierro de 3/8" como refuerzo vertical y varilla de hierro de 1/4" como refuerzo horizontal.

El acabado de pared es liso en la sisa a ras de cara, repellado para acabado final de la pared incluyendo los bloques enterrados. Así, se obtiene una pared hecha de bloque de piedra pómez reforzada con varilla de hierro. El diagrama No. 3 muestra la secuencia del proceso de elaboración.

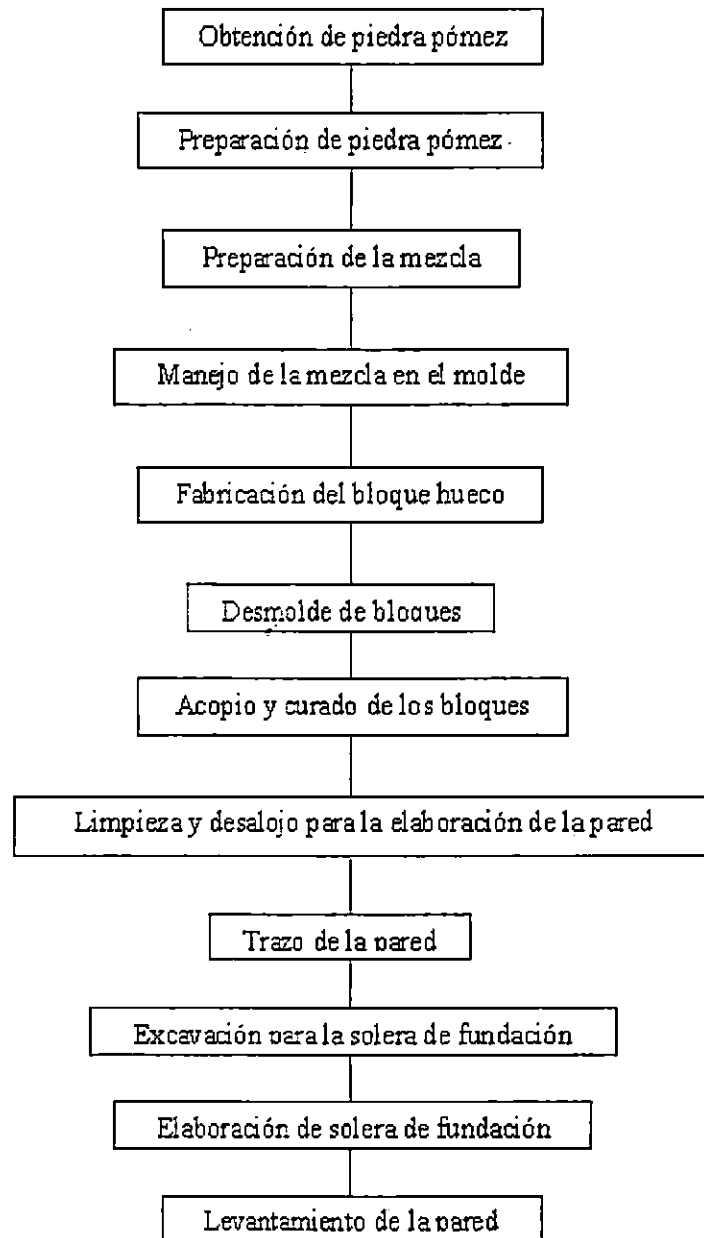


Diagrama No 3. Procesos de guía No 2

2.1.2.2 GUÍA OPERATIVA No 2

Fabricación de bloque hueco hecho de piedra pómez y construcción de paredes en viviendas, reforzadas con varillas de hierro¹⁰

I. Datos Generales.

Producto	: Bloque hueco hecho de piedra pómez.
Dimensiones	: 14 cm x 19 cm x 39 cm
Aplicación en	: Viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
Materiales	: agua, cemento Pórtland tipo I, piedra pómez.
Equipo y herramientas	: palas, cucharas de albañil, carretilla manual de 5 pies ³ , Regadera metálica, mallas No 4, molde para bloques y máquina bloquera vibradora o vibro compactadora.
Costo	: ¢ 1.64 por unidad
Datos Técnicos	: la tabla No 4 contiene datos para elaborar paredes.

Tabla No 4. Valores útiles para fabricar bloque de piedra pómez

Concepto	Parámetros		
	Piedra Pómez	Cemento	Agua
Granulometría	menor de 3/8"		
Cantidad de material*	1266.55 kg	253.31 kg	178.81 lts.
Proporción en peso	1:5		
Resistencia obtenida	44.21 kg/cm ²		
Peso Volumétrico Seco	1698.67 kg/cm ³		
Relación Agua/cemento	0.4** - 0.5 - 0.6		

Adaptada de tablas No 11-21 y 11-30. *Para un metro cúbico. ** Más recomendable

El hierro de refuerzo^{***} en las paredes se recomienda poner como sigue:

¹⁰ Adaptada de: Miguel Ángel Anaya Rivera, Ricardo Alfredo Ortiz Torres, Nelson Wilfredo Rincón Hernández y Ernesto Enrique Segundo Granadino. "Elaboración de bloques de concreto ligero de pómez para vivienda de bajo costo". Trabajo de graduación, Universidad de El Salvador, 1993.

***Revisado según diseño estructural en vivienda tipo y Reglamento Sísmico de El Salvador.

Refuerzo horizontal : 1 varilla ¼" a cada 40 cm (dos hiladas de bloques),
equivalente a una área de 0.24 cm²

Refuerzo vertical intermedio: 1 varilla 3/8" a cada 60 cm de separación, equivalente a
una área de 0.71 cm²

Refuerzo vertical en esquinas: 3 varillas ½", equivalente a un área de 3.87 cm²

Tomando del Art. No 52 del Reglamento del Diseño Sísmico de El Salvador de 1994, la solera de fundación y la solera de coronamiento deberán tener las dimensiones y refuerzos que se indican en la tabla No 5.

Tabla No 5. Especificaciones para la fundación de una vivienda tipo.

Solera de fundación, sección recta para una casa de 5 m. X 6 m.	Solera de coronamiento, sección recta para una casa de 5 m. X 6 m.
Ancho = 30 cm	Ancho = 14 cm
Alto = 25 cm	Alto = 20 cm
Ref. hor. : 4 varillas de 3/8" corrugado	Ref. hor. : 4 varillas de 3/8" corrugado
Estribo: varilla de 1/4" cada 15 cm	Estribo: varilla de 1/4" a cada 15 cm

II. Elaboración de bloques de piedra pómez

Banco de piedra pómez o cascajo.¹¹

La piedra pómez se conoce por su color blanquecino, amarillo pardo o cafésoso, de grano grueso como arena y peso muy liviano y que es fácil de desprender o disgregar cuando está dispuesto en masa, lo cual constituye el banco que puede abarcar extensiones pequeñas o grandes en áreas planas o quebradas o en forma de un cerro o domo en ondulaciones; puede ser arrancada fácilmente con piochas, palas, azadón y al soltarse abunda provocando gran volumen. Se transporta al lugar donde se utilizará, se acopia y se deja reposar para estabilizarlo, además se protege con plástico para que no se lave y se vayan perdiendo los granos gruesos y finos que lo componen.

¹¹ Los bancos de pómez que han sido estudiados en El Salvador son: en Ahuachapán: El Espino; en Santa Ana: La Perquera, El Molino y El Limón; en San Salvador: Amatitlán y Villa Mariona; en La Paz: La Esperanza y en San Miguel: Valle Alegre.

Procesamiento de piedra pómez como materia prima.

Preparación de piedra pómez previo a la elaboración de la mezcla: para la producción de los bloques, primero se pasa la pómez suelta, por la malla de 3/8", habiendo retirado la materia orgánica o basura que todavía contenga; el fin es que no hayan impurezas y contaminantes; se acopia en túmulo o en recipientes grandes protegidos con plástico negro.

Preparación de la mezcla: se pone la materia prima en una superficie plana y limpia, teniendo que estar libre de impurezas y de residuos, ni agua o algún otro cuerpo extraño a la mezcla. Primero se coloca el agregado de pómez con un contenido de humedad natural, se extiende todo este material sobre la superficie, y se riega el cemento esparciéndolo de manera uniforme sobre el agregado de pómez, sin agregar agua; usando palas se revuelve en forma manual estos dos componentes, unas cuatro veces continuas hasta tener una distribución homogénea de todas las partículas; hecha esta primera condición, se extiende nuevamente sobre el área de trabajo y a la mezcla que ya se tiene se le riega el agua de mezcla, la cual depende del contenido de humedad natural de la pómez a utilizar, aplicada rociando por medio de una regadera metálica suministrando un primer volumen de agua de 16 lts y para la revoltura final se agrega el volumen restante hasta obtener la cantidad óptima de agua, luego se revuelven con palas nuevamente todos estos materiales hasta que se tenga la seguridad de que todas las partículas de agregado tengan el cemento y agua necesarios para lograr la consistencia deseada para la elaboración de los bloques. Visualmente en la mezcla lista para usar no habrán encharcamientos ni zonas deficientes de revoltura, se notará un solo tono de color homogéneo. La buena elaboración de la mezcla para bloques dependerá de la experiencia de la persona que controla el procedimiento, así mismo, un buen resultado en la elaboración del bloque de pómez, implicará calidad en la geometría, buena resistencia, absorción, durabilidad; el revenimiento es un indicador de primera importancia. Ver prueba en anexo B-1.

Manejo de la mezcla en el molde: una vez elaborada la mezcla, ésta se coloca en el molde para fabricar bloques¹² por medio de una pala manual hasta llenar totalmente con copete el molde, se enciende la máquina y comienza el vibrado por un lapso de 10 segundos, con este movimiento la mezcla se acomoda reduciendo el volumen dentro del molde, por lo que es necesario agregar más mezcla al molde y el vibrado continúa hasta terminar los 10 segundos, al final de los cuales se apaga la máquina, se enrasa el molde y luego se desmolda; para facilitar el transporte del bloque fresco, a éste, su base se colocan sobre plantillas de madera del tamaño un poco más que la base del molde de tal forma que se pueda agarrar manualmente para poder trasladarlos hasta el lugar de curado, donde permanecerán inmóviles durante por lo menos siete días.

Acopio y Curado.

Los bloques quedarán dispuestos fijos en el lugar de curado, el cual inicia el día siguiente de haberlos elaborado, se realiza esparciendo agua con la regadera de aspersor relativamente fino durante 3 veces al día con un intervalo de tiempo entre éstas de 4 horas por un lapso mínimo de siete días consecutivos de curado. Las tablas se pueden retirar de la base, después de estos días de curado.

III. Paredes hechas con bloque hueco de piedra pómez

Las actividades, aplicando los métodos y procedimientos constructivos de las paredes de bloque de pómez, se realizan así como se indica en la guía No1, en el caso de paredes hechas de suelo cemento.

Limpieza y Desalojo : ver procedimiento en guía No. 1

Trazo : ver procedimiento en guía No. 1

Excavaciones : ver procedimiento en guía No. 1

¹² Se utiliza en la máquina bloquera vibratoria un molde de dos compartimientos para elaborar dos bloques enteros a la vez y un molde de tres compartimientos para elaborar dos medios bloques y un bloque solera a la vez.

Fundación : ver procedimiento en guía No. 1. La mezcla que se utiliza para elaborar la solera de fundación es la misma que para la fabricación de los bloques.

Hechura de paredes: ver procedimiento en guía No. 1. El mortero de arena-cemento a utilizar tiene una proporción de 1:3. El llenado de los huecos del bloque reforzados verticalmente con varillas, será de la misma mezcla en proporción 1:5 con que se elaboraron los bloques de piedra pómez. El acabado de sisas en la junta entre bloque y bloque, horizontal y vertical, debe quedar liza, haciendo esto con la cuchara de albañil, a rostro de bloques.

Repello : para el repello, éste se considera liso, únicamente se hace el mortero con una arena fina (arenilla), en la proporción 1:4 y se aplica a la superficie de la pared de bloque de piedra pómez.

IV. Notas Técnicas para uso del bloque de piedra pómez

Mano de Obra: ver guía No 1

Cuidados en el manejo de bloques.

Para el manejo de los bloques es necesario tomar en cuenta la forma de transportarlo y el tiempo en que se hará para no maltratarlos demasiado ya que pueden dañarse las aristas o quebrarse. El buen manejo y curado así como el adecuado bodegaje evita daños y pérdidas.

Ventajas

La piedra pómez que se encuentran en estado natural en el país, tiene buenas propiedades físicas y mecánicas para elaborar concreto de piedra pómez, ya que este alcanza resistencias que se aproximan a los valores de resistencia para concretos estructurales según la norma de la ASTM elaborados con agregados normales (piedra de río y piedra triturada o grava). El costo del bloque de pómez es mucho más barato si

se orienta a programas de ayuda mutua, con lo cual se elimina el costo de la mano de obra logrando reducir así su valor a $\$1.64$ por unidad.

Con la proporción cemento pómez 1:5, el resultado obtenido en relación con la resistencia a la compresión según la norma de la ASTM C-129, el bloque de pómez puede ser utilizado para la conformación de paredes que no sean portantes de grandes cargas como el caso de viviendas de una planta donde los techos son livianos. Ver diseño en ejemplificación, Capítulo No. 3.

Recomendaciones

Al utilizar bloque de pómez para la construcción de viviendas, las paredes exteriores deben ser revestidas con repello en toda la superficie, incluyendo las hiladas que quedan bajo el nivel del piso terminado de manera que los efectos del intemperismo y el agua no ocasionen efectos negativos al pie y en la superficie de las paredes expuestas a la acción destructiva de tales fenómenos ya que el bloque por sí solo presenta una alta absorción de agua.

La buena calidad del bloque de pómez dependerá de lo siguiente:

De la pureza de los granos de piedra pómez libres de alteraciones y oxidaciones principalmente, su conformación geométrica, consistencia de la mezcla, contenidos granulométricos controlados principalmente los finos en la proporción según la norma de la ASTM.

Del proporcionamiento en la cantidad de cemento-pómez-agua, según la dosificación de la mezcla recomendada, relación agua cemento, revoltura, revenimiento, control de cantidad y calidad del agua de mezcla y experiencia y pericia del encargado de hacer la mezcla.

De la vibración y compactación que se dé al bloque durante se elabore en la máquina, obteniendo buena características físicas mecánicas; con lo cual el bloque hecho se volverá competitivo con otros similares.

Del curado periódico con suficiente agua según se ha indicado.

Del manejo de los bloques después de sacados de la máquina: desmoldado, colocado en el lugar del curado, retiro de la base de madera, apilado y transporte.

El bloque en uso dará buen resultado durante su colocación al seguir los procedimientos normales de hechura de pared, principalmente al introducirlo en las varillas de refuerzo vertical así como del alineado en las correspondientes hiladas en avance horizontal y vertical.

1.1.2.3 Características técnicas del bloque de piedra pómez.

Características Geométricas

Dimensiones	14x19x39 cms
Area Gruesa	546.0 cm ²
Area Neta	326.1 cm ²
Area Hueca	219.9 cm ²
% de area hueca	40.27%
% de area neta	59.73%

Características Físicas

Color	gris blanquesino
Volumen del bloque	6196.0 cm ³
Peso volumétrico del bloque	1,416.67 kg/m ³
Peso del bloque	8.77 kg.
Absorción	27.37%

Características Mecánicas

Resistencia del bloque a la compresión	26.06 kg/cm ²
Resistencia compresión de prismas	32.53 kg/cm ²
Resistencia al cortante en prismas	3.40 kg/cm ²
Esfuerzo de adherencia	1.045 kg/cm ²
Resistencia a la compresión del mortero	66.67 kg/cm ²

2.1.2.4 Especificaciones técnicas.

- Las paredes se dejarán a plomo, alineadas correctamente para que la junta horizontal sea uniforme.
- Los bloques se colocarán sin mojarse y se ligaran con un mortero de proporción 1:3 (una parte de cemento Pórtland tipo I o de albañilería, por 3 partes de arena de río).
- El acero de refuerzo será conforme a lo indicado en la guía No 2; y se colocarán refuerzos verticales y horizontales en la pared.
- Por la alta absorción que presenta el bloque de piedra pómez, se aplicará a todas las paredes un recubrimiento o repello, incluyendo los bloques enterrados.

2.1.3 Guía Operativa No 3: Fabricación de ladrillo sólido hecho de suelo común arcilloso estabilizado con cemento

2.1.3.1 Uso de la guía.

La arcilla es un suelo muy común que se caracteriza por su color rojizo, cafésoso, pardo amarillento, moradoso, negrusco u otro color característico, en estado seco tiene la apariencia de terrón o grumos gruesos, en estado suelto y seco y dispuesto en el lugar tiene la apariencia de grietas casi formando mosaicos; en estado húmedo al agregar agua tiene apariencia chiclosa, al moldearla con la mano; su olor normal es casi inodoro, pero si está contaminada es putrefacto, lo cual debe eliminarse totalmente; su apariencia dispuestas en los yacimientos es de tierra suelta pero tiende a ser compacta después de los primeros diez o veinte centímetros desde la superficie. Técnicamente la arcilla se puede distinguir de otros suelos si al tomar con la mano un poco de este suelo se humedece y se trata de deshacer con la punta de los dedos índice y pulgar y al presionarlo se vuelve pegajoso y se moldea detectando plasticidad, similar a la plastilina. Hay arcillas de baja, media y alta plasticidad, lo cual permite elegir la más adecuada para hacer bloques de arcilla. Así, se eligen suelos que sean limo arcilloso, clasificados

como ML de baja plasticidad; estos yacimientos se explotan para producir bloques en cantidades grandes para construcción de viviendas rurales o urbanas. La arcilla al ser arrancada del lugar natural donde se encuentran, es extraída como explotación de yacimientos, transportada y almacenada o acopiada para ser triturada, tamizada y de nuevo almacenada protegiéndola con plástico negro contra el viento, agua o cualquier otro elemento que baje su resistencia, propiedades físicas, o su calidad como materia prima. La arcilla mezclada con cualquier suelo como tierra blanca, arena o similares, polvos cementantes como el cemento Pórtland u otros minerales como la cal o la sal, se combinan entre sí estabilizando y mejorando sus propiedades físicas y mecánicas para ser utilizadas como material de construcción, tales como bloque macizo o hueco, en tabletas como cerámicas de enchapados, azulejos o baldosas, o un polvo muy fino como base de pinturas texturizadoras en superficies rústicas.

La arcilla puede ser procesada manual o usando equipo mecánico, sola o combinada. Cuando la producción de ladrillos se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega; por ello siempre es necesario considerar una área específica para cada operación a realizar en los procesos de fabricación como parte del área total de producción o planta. Ver diagrama de planta de producción en anexo A-2.

La guía operativa No. 3 utilizada en forma prontuaria para hacer ladrillos de arcilla y cemento en este manual se utiliza como sigue:

Cuando se tenga suelo común arcilloso que al colarlo pase la malla No. 4, se le determina su humedad; considerando que se tiene 4.57% de humedad (tabla No. 6), se dispone de una bolsa de cemento (42.5 kg) y 12 sacos de suelo arcilloso o el equivalente a 6 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras; así mismo 6 2/3 latas de agua (165.75 kg), todo lo cual se mezclará como se indica en el apartado II de esta guía, para luego hacer los bloques sólidos. En el apartado III se indica la forma de hacer el trazo de la vivienda así como la fundación esto se hace similar o como se hace en la guía No. 1; además, se indica cómo se realizará el levantado de la pared. Los bloques sólidos son colados sólo de lazo o de trinchera. El acabado es liso en la sisa a ras de la cara y repellada o embarrada para acabado final de pared o pintado directamente con pintura

impermeabilizante que sea afín al bloque. Esta pared tiene la particularidad que al levantar la pared se le colocan soleras de fundación, soleras intermedia y soleras de coronamiento para confinar y rigidizar; además de contener en cada esquina de pared nervios o alacranes. Con esto se realiza la pared hecha de bloque sólido de arcilla estabilizada. El diagrama No 4 muestra la secuencia del proceso de elaboración.

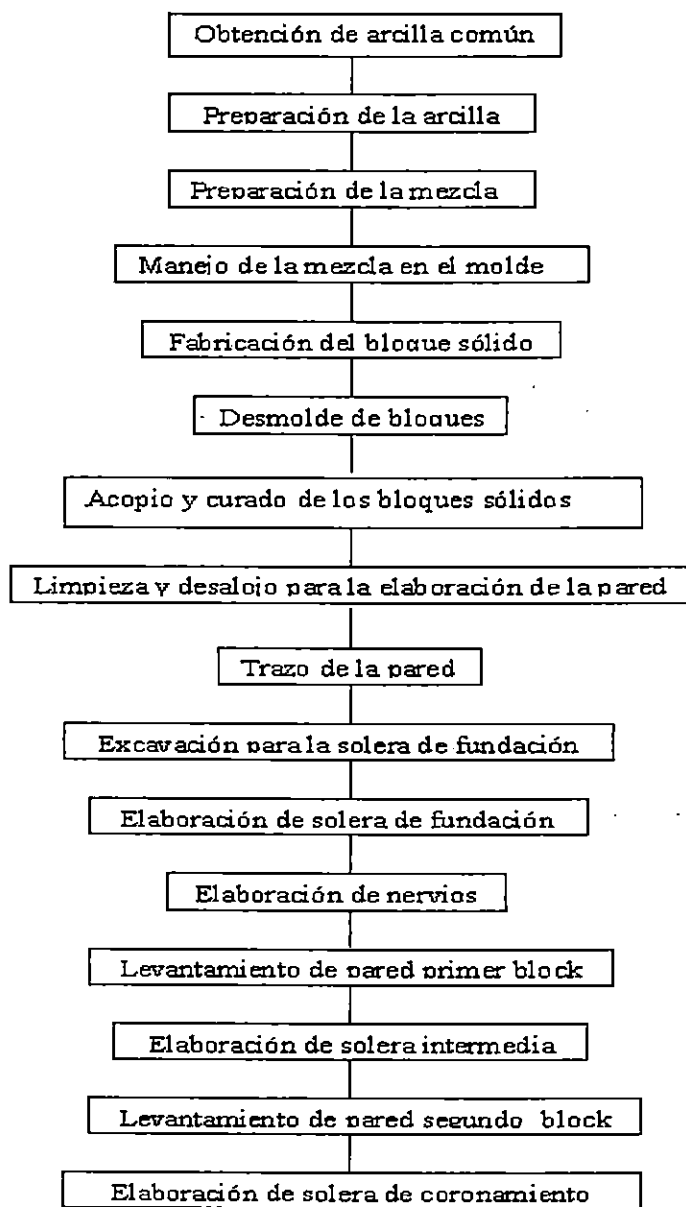


Diagrama No 4. Procesos de guía No 3

2.1.3.2 GUÍA OPERATIVA No 3

Fabricación de ladrillo sólido hecho de suelo común arcilloso estabilizado con cemento.¹³

I. Datos Generales

- Producto : Ladrillo sólido hecho de arcilla estabilizada con cemento
- Dimensiones : 29 cm x 14 cm x 9 cm.
- Aplicación en : Viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
- Materiales : cemento Pórtland tipo I, suelo común arcilloso, agua limpia.
- Equipo y herramientas: palas, cuchara de albañil, carretillas manuales de 5 pies³,
moldes para bloques, concretera de 1 bolsa y máquina
vibradora o vibro compactadora.
- Costo : ¢ 0.84 por unidad.
- Datos Técnicos : la tabla No. 6 contiene datos útiles en la fabricación de bloques
de arcilla común y cemento Pórtland.

Tabla No 6. Datos para fabricar ladrillo de arcilla estabilizada con cemento.

Concepto	Parámetro
Suelo común arcilloso	limo arcilloso de baja plasticidad
Símbolo	ML
Humedad Optima	4.57%
Granulometría	que pase la malla No 4
Cantidad de cemento	42.5 kg
cantidad de arcilla	510 kg
Cantidad de agua	165.75 lts
Dosificación de suelo arcilloso y cemento	1:12
Resistencia a la compresion	28.92 kg/cm ²

¹³ Ricardo Antonio Góchez. "La arcilla estabilizada como material de construcción", Tesis, Universidad de El Salvador, 1969.

II. Elaboración de ladrillo de arcilla común estabilizada con cemento.

Preparación de la arcilla: la arcilla común como materia prima extraída del yacimiento, se lleva a un lugar de acopio y se deja reposar por una o dos semanas protegidas con plástico negro. Se deshacen los grumos gruesos y se retiran hojas, raíces, piedras y cualquier basura o contaminante, se tamiza pasándola por la malla No. 4 (5 mm) y se pone en recipientes o se protege totalmente.

Preparación de la mezcla: la arcilla tamizada suelta, como materia prima, se extiende en una superficie plana, limpia, libre de impurezas, sin residuos de agua o de algún otro cuerpo extraño a la mezcla; se riega el cemento espolvoreándolo uniformemente sobre todo el agregado de arcilla extendida, se hace la revoltura en forma manual con palas a humedad natural unas cuatro veces continuas hasta que estos dos componentes tengan una distribución homogénea; una vez lograda esta primera condición, se extiende nuevamente el conjunto ya revueltos sobre el área de trabajo y se agrega la cantidad de agua de mezcla especificado en la tabla No. 6 rociando con una regadera poco a poco, se revuelven nuevamente todos estos materiales hasta que se tenga la seguridad de que todas las partículas de agregado tengan el cemento y agua necesarios para lograr la consistencia deseada para la elaboración de los ladrillos. La mezcla obtenida será de buena calidad si se atienden todas las indicaciones y se cumplen los procedimientos recomendados, así mismo, de la experiencia que se vaya obteniendo durante la fabricación del ladrillo.

Fabricación del ladrillo

Manejo de la mezcla en el molde: la mezcla se hecha y se transporta en baldes o cubetas llevándola hasta el molde para su vaciado. Cuando el molde está colocado en la máquina vibradora, éste se deja vibrar durante un período de 20 segundos, luego se enrasa el molde e inmediatamente se hace el vibrado final por un lapso de 10 segundos. A continuación se saca el molde de la máquina y se desmolda en un recipiente que sirva para transportarlos al sitio de secado.

Acopio y Curado.

A los ladrillos recién elaborados dispuestos en un lugar fijo bajo techo, se les rocía agua con una regadera tres veces al día para conservar la humedad por un lapso de 7 días, en adelante se les mantiene la humedad tapándolos con un plástico negro y a la vez, rociándoles agua para mejorar su resistencia.

III. Paredes hechas con ladrillo de arcilla estabilizada.

Limpieza y Desalojo: ver procedimiento en guía No 1.

Trazo : ver procedimiento en guía No 1.

Excavaciones : ver procedimiento en guía No 1.

Fundaciones : ver procedimiento en guía No 1. La mezcla que se utiliza para elaborar la solera de fundación es la misma que para la fabricación de los ladrillos de arcilla (proporción 1:12)

Hechura de paredes.

Pared de lazo: los ladrillos se colocan de plan con su dimensión mayor en el sentido longitudinal en hiladas continuas dejando la junta vertical de un centímetro entre cada ladrillo; al ir subiendo, la siguiente hilada se coloca igual que la anterior pero traslapando las juntas verticales a la mitad de cada ladrillo y así sucesivamente hasta completar la altura deseada, para así obtener una pared más estable y resistente.

Pared de trinchera: el ladrillo se coloca con su dimensión mayor en el sentido transversal a la longitud de la pared, apoyado con su cara más ancha de plan (ver figura No 3 de capítulo I), y se va colocando sucesivamente como en el proceso descrito en las paredes de lazo.

Los ladrillos se ligan entre sí con el mortero o mezcla hecho con las mismas materias primas con que se hagan los ladrillos, en proporción 1:3.

Para la construcción de las paredes con este ladrillo, al igual que otras construidas con otro tipo de bloque, estos deben quedar perfectamente a plomo y alineado en cada hilada hasta concluir la pared; esto se consigue usando un cordel a

nivel, horizontal, puesto en dos reglas guías, una en cada extremo del ancho de pared, tal que coincida exactamente con el rostro de ésta, las dos reglas deben estar perfectamente a plomo; de esta manera se puede subir o bajar el cordel moviéndolo en el mismo plano vertical. Para cada hilada de ladrillos que se coloquen, se deberá mover el cordel verticalmente según la señal sobre la regla vertical; al centro de la regla se marcan las divisiones de cada hilada según la altura del bloque usado y el tipo de pared.

Después de 1.50 m de altura en el pegado de hiladas de ladrillo, se utilizan andamios, para poder trabajar con facilidad y comodidad.

Acabado de las juntas o sisas: para ello, solamente se pasa la cuchara de albañil sobre la pared, recortando el excedente de mortero de las juntas y se alisan entre bloques; para que posteriormente sean repelladas con mortero en proporción 1:3

Soleras intermedias y de Coronamiento.

Cuando la construcción de la pared llega a una altura aproximada de 1.5 m o a la mitad de la pared con los ladrillos, se coloca el armado de la solera intermedia, cuyos extremos serán anclados a los nervios o columnas, luego se arma el encofrado de ese elemento y se llena. Se continúa pegando el bloque y cuando se llega a la altura final de pared, se coloca el armado de la solera de coronamiento y se llena; esta, es el lugar donde descansan las bases del techo.

Para encofrar las soleras se colocan tablas laterales fijados con clavos a la pared y a la misma altura de solera, debido a los separadores que deben llevar en la parte superior de las tablas a los que se le unen balules para impedir que el molde ceda al empuje de la mezcla y para evitar el pandeo se utilizan tensores de alambre de acero y ya está lista para colarlo (figura No 28 a).

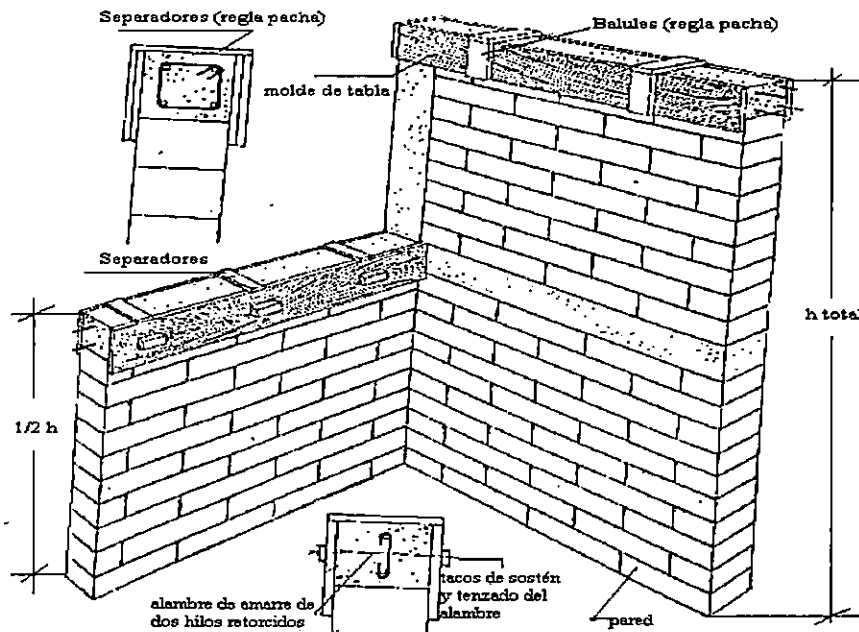


Figura No 28. a. Soleras intermedias y soleras de coronamiento.

Nervios y alacranes

Estos generalmente tienen un ancho menor que el espesor de pared, por lo que la pared misma suele usarse como parte del molde. Para los lados restantes se fijan tablas para pegarlas a la pared con clavos y sujetándolas entre sí por tirantes interiores hechos de alambre de amarre atortolados con pedazos de madera como se indica en la figura 28.b.

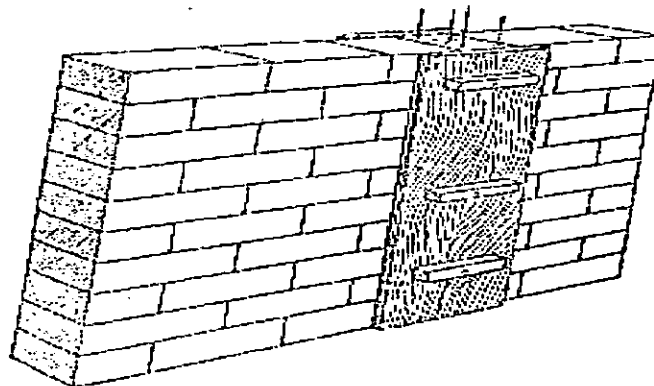


Figura No 28. b. Nervios en pared de ladrillo

IV. Notas técnicas para el uso del ladrillo de arcilla estabilizada con cemento.

Mano de obra

Para la elaboración de los ladrillos de arcilla estabilizada, el personal requerido es de cuatro a cinco personas distribuidas como sigue:

Un operador de máquina, un alimentador de mezcla, dos haciendo la mezcla, un ayudante de máquina y retiro de los bloques.

Ventajas

El suelo arcilla es fácil de obtener, ya que en todo el país existen zonas donde se encuentra abundante este tipo de suelo.

La mezcla y el bloque son de fácil fabricación pueden ser hechos por el propio usuario de la vivienda; en máquina manual o eléctrica; o artesanalmente con gradilla tradicional de alfarero ladrillero.

Recomendaciones

Al suelo de arcilla que se va a utilizar, se le hacen las siguientes pruebas : granulometría, plasticidad, contenido de agua, cohesión, para determinar si el suelo es adecuado para estabilizarlo con cemento.

Al bloque se controla con las siguientes pruebas: resistencia, absorción, sanidad y geometría.

Indicaciones para cuidar la calidad del producto.

Para la elaboración de la pared, verificar los alineamientos horizontales y verticales o plomeo y niveles constantemente para corregir a tiempo cualquier error en la medida que se vayan colocando las hiladas de bloque formando la pared.

2.1.3.3 Características técnicas

Características Geométricas

Dimensiones	29x14x9 cms
Area Gruesa	406.0 cm ²
Area Neta	406.0 cm ²
Area Hueca	es sólido
porcentaje de area hueca	-
porcentaje de area neta	100.00%

Características Físicas

Color	café claro
Volumen del bloque	3654.0 cm ³
Peso volumétrico del bloque	1,092.5 kg/m ³
Peso del bloque	4.00 kg.
Porcentaje de absorción	45.50%

Características Mecánicas

Resistencia del bloque a la compresión	28.92 kg/cm ²
Resistencia compresión de prismas	no se realizaron pruebas
Resistencia al cortante en prismas	no se realizaron pruebas
Esfuerzo de adherencia	no se realizaron pruebas

2.1.3.4 Especificaciones técnicas

- Para construir paredes el ladrillo no se colocará de canto, solamente de plan ya sea de lazo o trinchera. Los ladrillos se unirán con un mortero hecho de la misma mezcla con que fueron realizados los ladrillos de arcilla estabilizada.

- Una vez llegada la pared a la altura de 1.5 m. se utilizará andamios para trabajar con la mayor comodidad posible.
- Las sisas deberán quedar cubiertas con repello, solamente se pasará la cuchara de albañil sobre la pared recortando el excedente de mortero de las juntas.
- Los ladrillos no deberán mojarse cuando se colocados para realizar la pared.

2.1.4 Guía Operativa No 4: Fabricación de ladrillo sólido elaborado con arcilla, tierra blanca y lodo residual

2.1.4.1 Uso de la guía.

La tierra blanca para fabricar bloques, antes de ser utilizada se pasa por la malla No. 4; la arcilla para este caso, que se producen ladrillos cocidos en horno artesanal no se tamiza, para realizar un proceso similar al que se hace para la elaboración del ladrillo de barro tradicionalmente conocido.

El lodo residual resultante del tratamiento químico biológico por la degradación de los desechos orgánicos en suspensión, de aguas negras domésticas (desechos humanos, animales, y caseros) y aguas lluvias que viajan en la misma alcantarilla, éstos desembocan en un contenedor que recibe las aguas negras crudas, en la planta de tratamiento de aguas residuales, (primer paso en tratamiento), para después someterla a adición de enzimas o procesos físicos químicos y biológicos.

Las plantas de tratamiento se pueden encontrar en diferentes urbanizaciones o colonias, generalmente en las que no tengan muchos años de construidas, ya que la elaboración de estas plantas de tratamiento, no se realizaron hasta hace pocos años, con la ley del Medio Ambiente; sin embargo en algunos lugares se han construido desde hace unas cuatro décadas.

La calidad del bloque terciado obtenido, su resistencia alcanza la resistencia a la compresión de 92.59 kg/cm^2 similar a cualquier bloque cuya resistencia requerida por la ASTM es que sobrepase los 80 kg/cm^2 en la prueba de resistencia a la compresión.

Cuando la producción de ladrillos se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega; por ello, siempre es necesario considerar una área específica para cada operación a realizar en los procesos de fabricación como parte del área total de producción o planta. Ver diagrama de planta de producción en anexo A-3.

El uso de la guía operativa No 4 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

Teniendo tierra blanca, arcilla orgánica sin tamizar y lodo residual¹⁴, se les determina su humedad considerando que tienen 13%, 10% y 80% respectivamente. (tabla No. 7), se dispone de 7 $\frac{3}{4}$ sacos de tierra blanca (332.8 kg) o el equivalente a 4 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras, 1 $\frac{1}{4}$ bolsas de arcilla orgánica (55.5 kg) o el equivalente a $\frac{3}{4}$ carretillada de 5 pies cúbicos a ras, 1 saco de lodo residual (38.8 kg) o el equivalente a $\frac{1}{2}$ carretilla de 5 pies cúbicos a ras, así mismo 7 latas de agua (17.36 lts), estas proporciones equivalen a elaborar 100 ladrillos sólidos; todo lo cual se mezclará como se indica en el apartado II de esta guía, para luego hacer los ladrillos sólidos utilizando un horno artesanal, con el procedimiento que se utiliza para elaborar ladrillos de barro tradicional.

En el apartado III se indica la forma de hacer el trazo; la fundación de la pared es similar al utilizado en la guía operativa No. 1, y el levantado de la pared es similar al utilizado en la guía No. 3. El diagrama No. 5 muestra la secuencia del proceso de elaboración.

¹⁴ El lodo residual que se usa para hacer bloque terciado con ligantes naturales como la arcilla y la tierra blanca que es cementante, cumple su calidad con la operación hecha en la planta de tratamiento al someter la suspensión a los correspondientes procesos físicos químicos bio-bacteriológicos purificadores del agua y del lodo degradado que finalmente se separa como sólido útil para otros fines beneficiosos. Este lodo debe ser inspeccionado, tal que no representa ser contaminador para la salud del usuario. El sometimiento a quemado elimina eficazmente cualquier posibilidad remanente de contaminación.

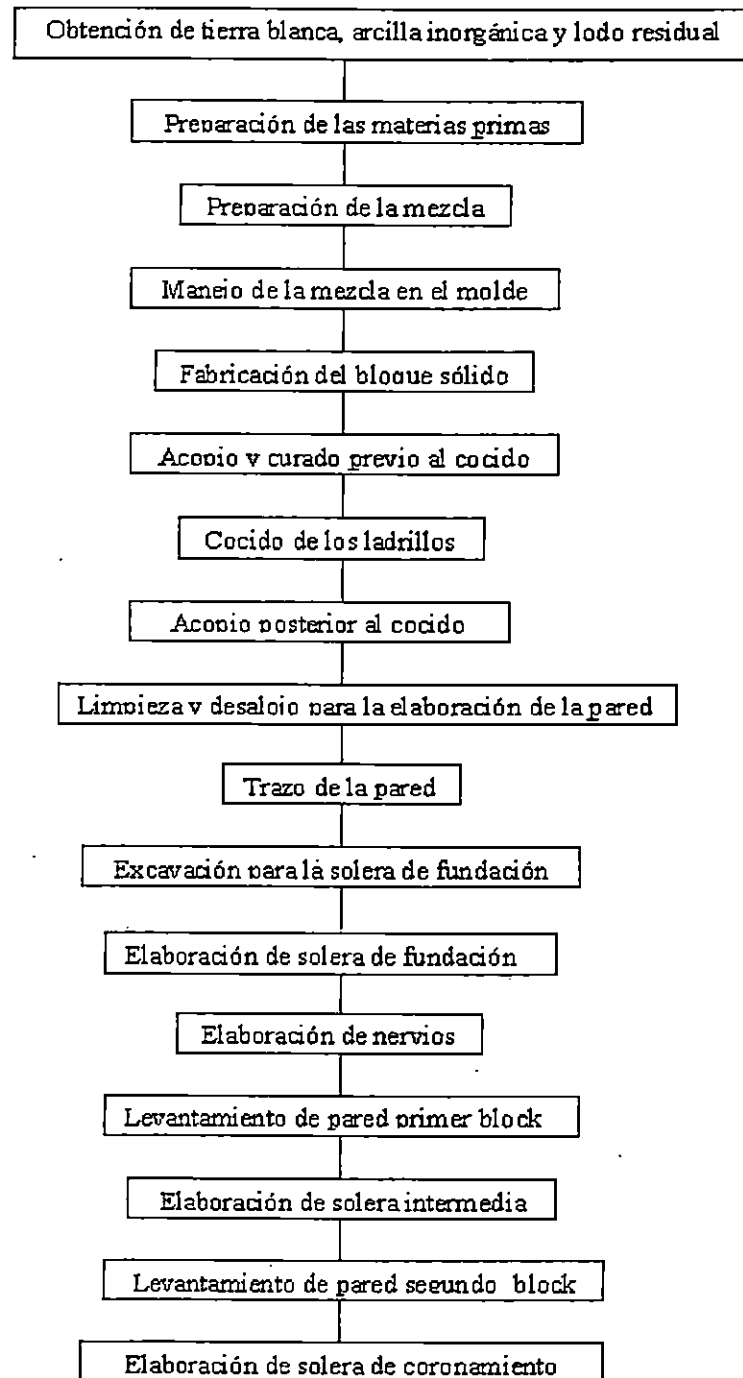


Diagrama No 5. Proceso de guía No 4

2.1.4.2 GUÍA OPERATIVA No 4

Fabricación de Ladrillo Sólido elaborado con arcilla, tierra blanca y lodo residual.¹⁵

I. Datos Generales

- Producto : Bloque sólido elaborado con arcilla, tierra blanca y lodo de aguas residuales.
- Dimensiones : 12.7 cm x 7.2 cm x 26.2 cm.
- Aplicación en : Viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
- Materia prima : Arcilla, tierra blanca, lodos y agua.
- Equipo y herramientas : Cucharas, guantes de hule resistentes, espátulas, palas, carretillas manuales de 5 pie³.
- Costo : ¢ 0.81 por unidad.
- Datos Técnicos : En la tabla No. 7 se indican los datos generales para elaborar bloques sólidos de arcilla, tierra blanca y lodo residual.

Tabla No. 7. Datos útiles para fabricar ladrillo hecho de barro con lodo residual.

Materia Prima	Tierra Blanca	Arcilla Inorgánica	Lodos Residuales	agua
Símbolo	-	CH	-	-
Humedad requerida	13%	10%	80%	-
Granulometría	que pase la malla No 4	no es necesario tamizar	que pase la malla No 4, 8 y 12	-
Cantidad de Material para elaborar 10 ladrillos	33.28 kg	5.55 kg	3.88 kg	17.36 lts
Proporción en volumen	Tierra Blanca-arcilla 6:1		10% del peso total de la relación tierra blanca-arcilla	40.6% del peso total de la mezcla
Resistencia a la compresión	92.59 kg/cm ²			

¹⁵ Carlos Mario Galeas Turcios, Manuel Antonio Merlos Torres+, Rafael Arturo Klee García y Víctor Antonio Sosa Zamora. Trabajo de Graduación "Estudio de fabricación de Celosía de barro complementada con lodos de tratamiento de aguas residuales. (Parte I)". Universidad de El Salvador, 1988.

II. Elaboración de Ladrillos

Procesamiento de las materias primas arcilla, tierra blanca y lodo.

Obtención de las materias primas: La arcilla y la tierra blanca se extraen de bancos de préstamo, se limpian de todo material orgánico o contaminante que éstos contengan, luego se desmenuzan deshaciendo los terrones y sólo la tierra blanca se tamiza por la malla No. 4. Los lodos se obtienen en estado seco como resultado del tratamiento de las aguas negras, que se recolecta en pilas sedimentadoras en las plantas purificadoras o plantas de tratamiento.

Preparación de las materias primas: el lodo, debe estar seco para ser tamizado por las mallas No. 4, No. 8 y No. 12, eliminando con esto la presencia de grumos gruesos, para facilitar su manejo en la mezcla. La tierra blanca también debe ser tamizada por la malla No. 4; la arcilla debe ser triturada con un martillo hasta lograr que los grumos desaparezcan y no es necesario el tamizado para lograr similitud con el proceso de fabricación del ladrillo artesanal.

Preparación de la mezcla: el amasado manual de la arcilla, la tierra blanca y el lodo se hacen mezclar por un lapso de 20 minutos, en un lugar limpio, con las manos protegidas con guantes de hule altos y resistentes para evitar contaminación con microbios provenientes de los lodos, además, protegiendo los ojos con anteojos y la boca y la nariz con una mascarilla sencilla. Esta mezcla debe alcanzar una buena trabajabilidad y buena homogeneidad.

Fabricación del ladrillo

Manejo de la mezcla en el molde: se coloca la mezcla en el molde hecho de madera de pino cepillado llamada "gradilla", el cual puede tener compartimientos para realizar desde uno hasta tres ladrillos a la vez; luego se enrasa con un codal y se deja reposar. Pasado 5 minutos se desmoldan suavemente tirando verticalmente la gradilla los ladrillos recién hechos colocándolos en una bandeja o tabla que sirva para transportarlos al sitio de secado.

Acopio previo al cocido: secar al aire libre con un poco de sol, por un período de aproximadamente 5 días. A partir del segundo día de hechos, los ladrillos se colocan de canto formando hileras de 5, entramados uno sobre otro, ver figura No. 29 esto permite el aprovechamiento del aire para su secado. Cuando ya están totalmente secos, con la ayuda de un raspador plano largo se limpian todas las caras del ladrillo, retirando el exceso de mezcla que les haya quedado.

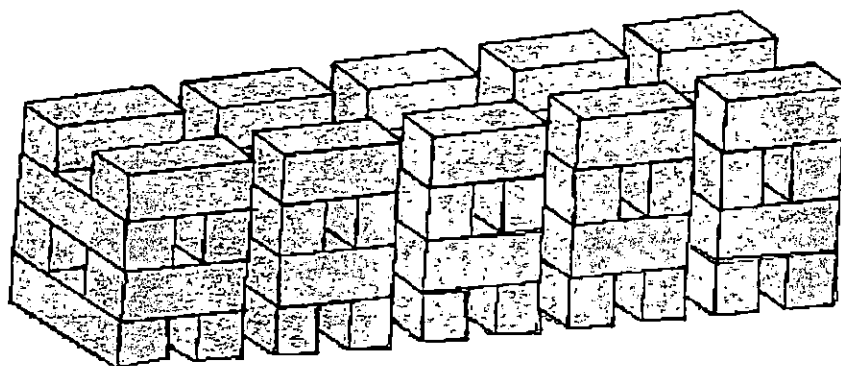


Fig. No. 29. Acopio de ladrillos previo al cocido.

Cocimiento de los ladrillos: los ladrillos se colocan dentro del horno artesanal de 2 m. x 1.5 m. x 1.5 m. dejando espacios entre cada ladrillo, los cuales permiten la colocación de leña, logrando con esto la distribución uniforme de temperatura del fuego en todo el lote de ladrillos. El cocimiento en el horno se efectúa durante 72 horas a 1,000 °C de temperatura aproximadamente. Luego después de 2 días de enfriamiento, se alcanza la temperatura ambiente para retirar los ladrillos del horno para ser acopiados en un lugar techado para su posterior uso.

Para satisfacción del usuario, los análisis microscópicos realizados en los ladrillos después del cocido, mostraron la ausencia total de bacterias y otros organismos, con lo que se garantiza el uso de este material de construcción sin riesgo alguno de contaminación.

III. Paredes hechas con ladrillo de barro complementada con lodos residuales.

Limpieza y desalojo : ver guía No. 1.

Trazo : ver guía No. 1

Excavaciones : ver guía No. 1

Fundaciones : ver guía No. 1. La solera de fundación se hará con una mezcla de concreto de proporción 1:2:2 y dimensiones según tabla No. 5 en guía No. 2.

Hechura de paredes : ver guía No 1. Los ladrillos se ligan entre sí por medio de mezcla cemento-arena en proporción 1:4 .

IV. Notas técnicas para el uso del ladrillo de barro estabilizado con lodos residuales.

Mano de obra

Para realizar los ladrillos, el personal se puede distribuir en dos personas que realicen la mezcla, y elaboren los ladrillos; luego se pueden utilizar hasta cinco personas para el manejo del horno y de los ladrillos para ser quemados, retiro del horno y embodegado.

Ventajas

Las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla, tierra blanca y lodo, mejoran respecto al tradicional ladrillo rojo, la resistencia a la compresión es mayor en un 22%, y el peso se reduce 17%.

Recomendaciones

Usar lodo residual en estado seco para la fabricación de ladrillos sólo como aditamento complementario, ya que de lo contrario el bloque hecho únicamente de lodo se producen vacíos, ocasionando alta porosidad y disminución de resistencia.

El lodo proveniente de las plantas de tratamiento debe ser controlado sanitariamente, a la vez, se deben tomar medidas de higiene y seguridad para los trabajadores que estén en contacto directo.

2.1.4.3 Características técnicas

Características Geométricas

Dimensiones	12.7cm x 7.2cm x 26.20 cms
Area Gruesa	188.64 cm ²
Area Neta	188.64 cm ²
Area Hueca	es sólido
Porcentaje de area hueca	-
Porcentaje de area neta	100.00%

Características Físicas

Color	similar al ladrillo de barro tradicional
Volumen del ladrillo	2,395.73 cm ³
Peso volumétrico del ladrillo	1,278.94 kg/m ³
Peso del ladrillo	3.06 kg.
Porcentaje de absorción	21.24%

Características Mecánicas

Resistencia del bloque a la compresión	82.43 kg/cm ²
Resistencia compresión de prismas	no se realizaron pruebas
Resistencia al cortante en prismas	no se realizaron pruebas
Esfuerzo de adherencia	no se realizaron pruebas

2.1.4.4 Especificaciones técnicas.

- En la construcción de paredes el ladrillo no se colocará de canto, sólo de plan, ya sea de lazo o de trinchera. Los ladrillos se unirán con mortero de proporción 1:4 (una parte de cemento Pórtland por 4 de arena), se utilizará cemento Pórtland tipo I o cemento para albañilería.
- Una vez llegada la pared a la altura de 1.5 m. se utilizarán andamios para trabajar con la mayor comodidad posible.
- Las sisas pueden quedar vistas o cubiertas con repello, en el primer caso utilizar un sisador que puede ser una varilla de 3/8" de tal manera que quede un terminado acanalado. Si la sisa queda cubierta, solamente se pasará la cuchara de albañil sobre la pared recortando el excedente de mortero de las juntas.
- Se verificará la línea y niveles constantemente para corregir a tiempo cualquier error y tener en cuenta que antes de pegar los ladrillos deberán humedecerse sumergiéndolos en un recipiente con agua.
- Después de 24 horas de haber terminado la pared se regará durante tres días.
- Se debe tener cuidado de no golpear la pared recién hecha al pasar con escaleras, construir andamios, etc.

2.1.5 Guía Operativa No 5: Fabricación de bloques machihembrados hechos de suelo cemento.

2.1.5.1 Uso de la guía.

El suelo cemento es un material alternativo de bajo costo, obtenido mediante el mezclado de tierra blanca, cemento y agua. Esta mezcla endurece y con el tiempo gana resistencia y durabilidad. Tiene la ventaja que la tierra blanca es generalmente un material local, el cual constituye la mayor parte de la mezcla; con esta particularidad; la mezcla de tierra blanca y cemento se está utilizando en la elaboración de bloques machihembrados los cuales tienen una geometría regular en forma de paralelepípedo

ortogonal con huecos y salientes, los cuales se traban entre sí; estos, se utilizan en la construcción de paredes y tienen la ventaja que no se utiliza mortero para el ligado entre cada bloque, y el conjunto, lo cual es sustituido por un sistema de ensamble machihembrado que se deja hecho a través de ranuras vacías cuando se elabora el bloque, ésta debe hacerse dentro de los moldes especiales que se encuentran colocados en la máquina CINVA-RAM, manual, esto se muestra en la figura No 16 del capítulo I.

Para construir paredes con bloques machihembrados hechos de suelo cemento, la guía operativa No 5 expone a detalle los datos generales en los que se indica cómo usar los materiales para llevar a cabo el proceso de fabricación de los bloques, (tabla No. 8) así como las herramientas y el equipo necesario que deberán disponerse. Los pasos necesarios para fabricar los bloques están en el apartado II de la guía y el procedimiento para levantar la pared en el apartado III. En el diagrama No. 6 se muestra la secuencia de la guía en cuanto al proceso de fabricación hasta el proceso constructivo de la pared.

Cuando la producción de bloques se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega; por ello, siempre es necesario considerar una área específica para cada operación a realizar en los procesos de fabricación como parte del área total de producción o planta. Ver diagrama de planta de producción en anexo A-2.

Es necesario tomar las precauciones y medidas de seguridad en el cumplimiento de los procesos de fabricación, a fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros, ya que este proceso constructivo de sobre posición en seco requiere precisión y cuidado en el levantado de pared, principalmente después de un metro de altura; el enfilado y plomeado del bloque como conjunto y el ensamble de los bloques entre sí bien asentados produce buena trabazón, evitarían los riesgos personales y la pérdida de los acartelamientos de pared montados en paños de proporciones que garanticen la estabilidad de la misma.

Durante los procesos de fabricación de bloques y construcción de paredes, es necesario que haya un encargado o supervisor que dirija y vigile el cumplimiento de ésta guía.

En esta guía no se prevén las estimaciones de montos de mano de obra de personal de trabajo, porque se considera que la construcción se realiza a través de trabajos colectivos de ayuda o comunitarios.

El uso de la guía No 5 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

Cuando se tenga tierra blanca, ésta se hará pasar por la criba o malla No 4 (5mm), lo que pase esta malla, se utilizará en la hechura de la mezcla para la elaboración de los bloques de suelo cemento machihembrados; se dispone de una bolsa de cemento (42.5 kg) y 9 sacos de tierra blanca (382.5 kg) o el equivalente a 4.5 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras, así mismo 70 lts de agua ó 2 $\frac{3}{4}$ cubetas de agua aproximadamente. Todo lo anterior se mezclará como lo indica el apartado II de ésta guía, para luego hacer los bloques machihembrados.

En el apartado III se indica la elaboración de paredes hechas de bloques machihembrados desde la limpieza del terreno hasta el levantamiento de ésta.

El acabado en la sisa es liso a ras de cara y repellido para acabado final de pared o pintado directamente, para ello se recomienda usar alguno de los recubrimientos que se presentan en las guías de recubrimientos. Así se obtiene el acabado en una pared hecha de bloque de suelo cemento machihembrado.

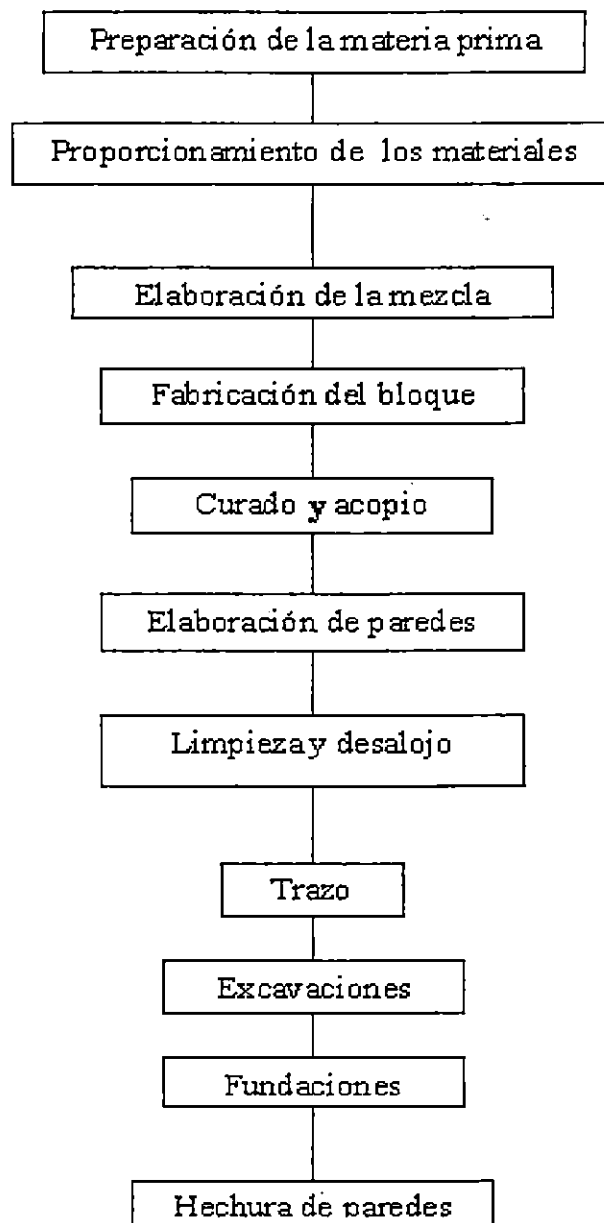


Diagrama No 6. Proceso de guía No 5

2.1.5.2 GUIA OPERATIVA No 5

Fabricación de Bloques Machihembrados Hechos de Suelo Cemento¹⁶

I. Datos Generales

- Producto : bloque machihembrado hecho de tierra blanca y cemento.
- Aplicación : en viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural
- Material prima : cemento Pórtland, tierra blanca y agua.
- Equipo y herramientas : cucharas, palas, cubetas o baldes, moldes, zaranda de abertura de 5 mm (tamiz No 4), concretera de una bolsa, máquina CINVA- RAM (manual).
- Costo : ¢ 0.88 por unidad.
- Datos técnicos : la tabla No. 8 contiene datos necesarios para la fabricación de bloque machihembrados de suelo cemento.

Tabla No. 8. Datos para fabricar bloques machihembrados de suelo cemento

Concepto	Parámetros
Suelo, Tierra Blanca	areno limoso, SM, o limo arenoso MS
Granulometría	menor que 5 mm, pasa la malla No 4
Humedad Optima	24.20%
Proporción en volumen	1:9
Resistencia a la Compresión	50 Kg/cm ²

II. Elaboración de bloques

Preparación de la materia prima

Teniendo la tierra blanca cerca del lugar donde se harán los bloques, se limpia de todo material orgánico o contaminante que éste contenga, luego se desmenuza deshaciendo los terrones para proceder al tamizado haciéndolo pasar por la malla No. 4,

¹⁶ Rudy Armando Martínez Deras, "Utilización de Bloques de Suelo Cemento Machihembrado en la Construcción de Viviendas de Bajo Costo". Trabajo de graduación, Universidad de El Salvador en 1998.

lo retenido durante el tamizado debe ser eliminado por ser agregado grueso, este será acumulado en un lugar adecuado para devolverlo a su lugar de origen.

Proporcionamiento.

El proporcionamiento de suelo y cemento a utilizar para elaborar la mezcla corresponde a una relación de nueve partes de suelo más una parte de cemento, en volumen, la proporción es de 9: 1

Preparación de la mezcla . Ver guía No 1, para revoltura en concreteira.

Revoltura manual: en condición natural se mezcla la tierra blanca con el cemento revolviendo con palas unas cuatro veces hasta obtener la revoltura uniforme, notando un solo color en la mezcla al extenderla. Se agrega el agua necesaria (aproximadamente 30% del volumen de la mezcla) con una regadera y se revuelve en forma lenta y uniforme hasta alcanzar buena consistencia, uniformidad y contenido de humedad óptima especificada en la tabla No. 8.

Fabricación del bloque machihembrado

Para colocar la mezcla de suelo cemento dentro del molde, esta se transporta en baldes o cubetas, para luego depositarla en los moldes que están ensamblados en la máquina CINVA-RAM manual. El manejo de ésta máquina se explica en el anexo C.

Curado y acopio de bloques.

Curar los bloques rociando agua 3 ó 4 veces al día por un periodo mínimo de 7 días y mantenerlos bajo sombra o cubiertos con bolsas húmedas.

Mantener bajo techo o cubiertos con papel o plástico negro los bloques en un patio por un período de 14 días como mínimo para lograr el fraguado del cemento. Es conveniente mantener el bloque protegido del sol y el viento para evitar fisuras.

III Elaboración de paredes hechas de bloque machihembrado de suelo cemento

Limpieza y Desalojo: ver guía No. 1

Trazo : ver guía No. 1

Excavaciones : ver guía No. 1

Fundaciones : ver guía No. 1. Estas se construirán de concreto reforzado normal, con las dimensiones y refuerzos que se especifican en la tabla No. 5 de la guía No. 2

Hechura de paredes.

Sobre la solera de fundación se modula la primera hilada de bloques puestos de lazo, éstos se pegan con mortero de cemento arena, de una proporción de 1:3 con el fin de establecer la nivelación adecuada y garantizar la rigidez de la pared.

Teniendo puesta la primera hilada, los bloques se van ensamblando por traslapes de ranura, sin usar mortero ligante, o sea en forma cuatrapiada, con los machimbres correspondientes haciendo coincidir una cara superior con una inferior, con la dimensión mayor de plan en el sentido longitudinal de la pared puesta de lazo y en adelante se hará igual sucesivamente hasta alcanzar la altura de pared.

La figura No. 22 del capítulo I muestra la forma del machimbre de este bloque por donde se ensamblan para conformar la pared. En las figuras No. 30 y No. 31 se muestra el ensamblado y forma de colocación de los bloques para la construcción de pared respectivamente. En la última hilada para dar altura final de pared, se coloca una solera de coronamiento, las dimensiones y el refuerzo se especifican en la tabla No. 5 de guía No.2.

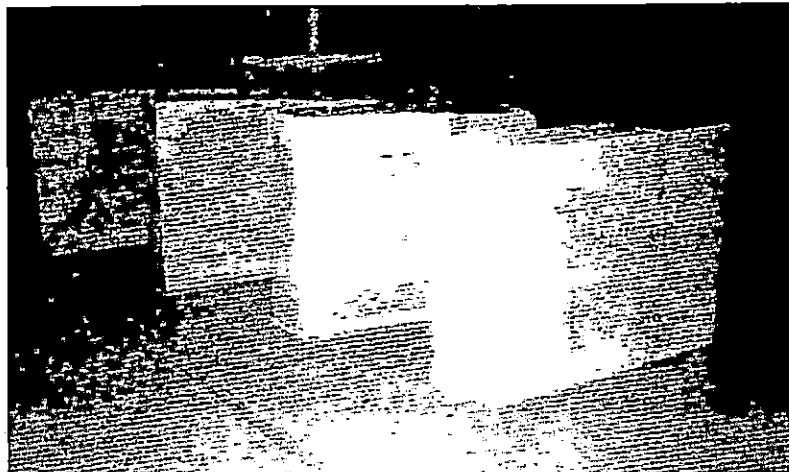


Figura No. 30. Bloques ensamblados

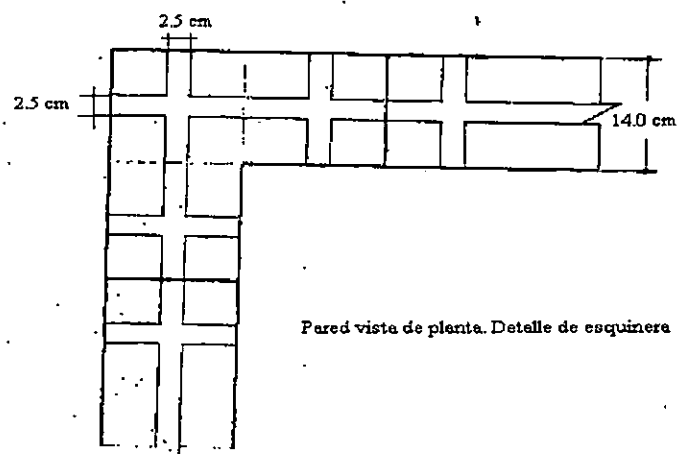
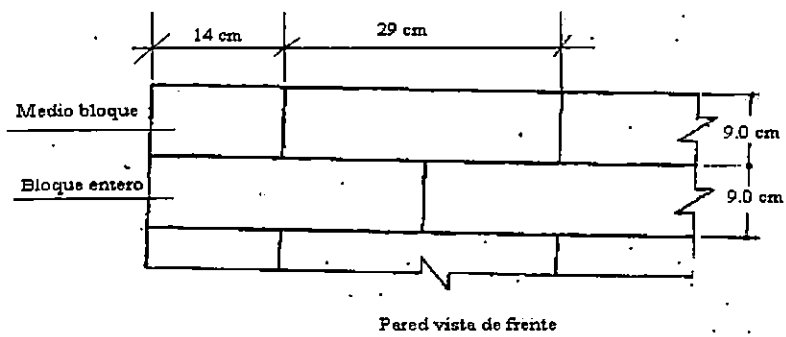


Figura No. 31. Forma de colocación de los bloques.

IV. Notas técnicas para la elaboración del bloque

Mano de obra.

La elaboración de bloques machihembrados requiere un encargado y dos peones, los cuales trabajarán por igual en el proceso de amasado y la hechura propiamente del bloque, en jornada de ocho horas y producirán unos 650 bloques.

Ventajas

La mayor ventaja del bloque machihembrado no es su costo de producción, sino que en la hechura de paredes no se usa mortero ligante entre cada bloque ya que haciendo un buen ensamble de macho y hembra en las respectivas caras del bloque en seco, nivelando y plomeando, se obtiene una pared estable. Así, en este sistema, la mezcla es sustituida por el machihembrado que se produce en los bloques cuando son fabricados, obteniendo bloques de mejor calidad, aristas bien definidas, superficies lisas y acabados adecuados.

Recomendaciones

Tratamiento de paredes: antes de aplicar cualquier pintura a la pared es mejor dar una lechada o capa de cemento o adobado, esto mejora la resistencia de los bloques, a la intemperie, aumenta la dureza superficial, sella los poros impermeabilizando el bloque y se ahorra pintura.

El agua a utilizar en el mezclado deberá ser limpia, sin turbidez en su apariencia y sin olor alguno, de preferencia usar agua potable.

La máquina bloquera requiere fijeza en una plataforma de madera., debido a la vibración para el control de la calidad del bloque.

Los bloques se usan 28 días después de fabricados con el fin de garantizar su resistencia adecuada.

Para utilizar los bloques en el sistema de paredes machihembrados es necesario reforzar las esquinas y traslapar los bloques (cuatrapiado), rigidizando la pared y dando estabilidad.

2.1.5.3 Características técnicas

Características Geométricas

Dimensiones	29cm x 14cm x 9 cm
Area Gruesa	406.0 cm ²
Area Neta	333.5 cm ²
Area Hueca	72.5 cm ²
Porcentaje de area hueca	17.86%
Porcentaje de area neta	82.14%

Características Físicas

Volumen del bloque	6196.0 cm ³
Peso volumétrico del bloque	1,416.67 kg/m ³
Peso del bloque	8.77 kg.
Porcentaje de absorción	27.37%

Características Mecánicas

Resistencia del bloque a la compresión	50.61 kg / cm ²
Resistencia compresión de prismas	50.32 kg / cm ²
Resistencia al cortante en prismas	1.70 kg / cm ²
Resistencia a la flexión (MR)	8086 kg / cm ²

2.1.5.4 Especificaciones técnicas

- En las paredes construidas con estos bloques se colocará una solera de coronamiento, construida como se indica en la tabla No 5 de guía No. 2.
- En la modulación de la primera hilada de bloques se utilizará mortero de arena – cemento en una proporción 1: 3 (una parte de cemento por tres partes de arena).
- La solera de fundación a utilizar será de concreto reforzado con una proporción de los componentes del concreto de 1:2:2; y tendrá las dimensiones que se indican en la tabla No 5 de la guía No. 2

2.1.6 Guía Operativa No 6: Fabricación de paneles de suelo cemento reforzados con malla metálica para gallinero.

2.1.6.1 Uso de la guía.

En la elaboración del suelo cemento para construir el panel, se utiliza tierra blanca, la cual es una ceniza volcánica de color blanco marfil, por su alta proporción de finos, esta no afecta la resistencia de los productos elaborados con ella como ladrillos, bloques, panel, etc.

El panel reforzado está hecho de suelo cemento (tierra blanca, cemento y agua), reforzado en su interior con malla metálica comúnmente conocida como “tela de gallinero”. Una de las ventajas de utilizar este refuerzo es la fácil colocación y la buena adherencia con el suelo cemento, así mismo, su facilidad de acomodación y sus dimensiones.

Para la construcción de paredes utilizando paneles de suelo cemento reforzados con malla metálica para gallinero colados en el lugar, la guía operativa No 6 expone con detalle los datos generales en los que se indican los materiales para llevar a cabo el proceso de fabricación, así como las herramientas y equipo necesario que deberán disponerse; los procesos necesarios para fabricar el panel, apartado III, incluyendo los elementos de fijación del mismo (nervios), apartado II. El diagrama No 7 muestra la

secuencia de la guía en cuanto al proceso de fabricación del panel. Es necesario que se tomen las correspondientes precauciones y medidas de seguridad en el cumplimiento de los procesos de fabricación, a fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros.

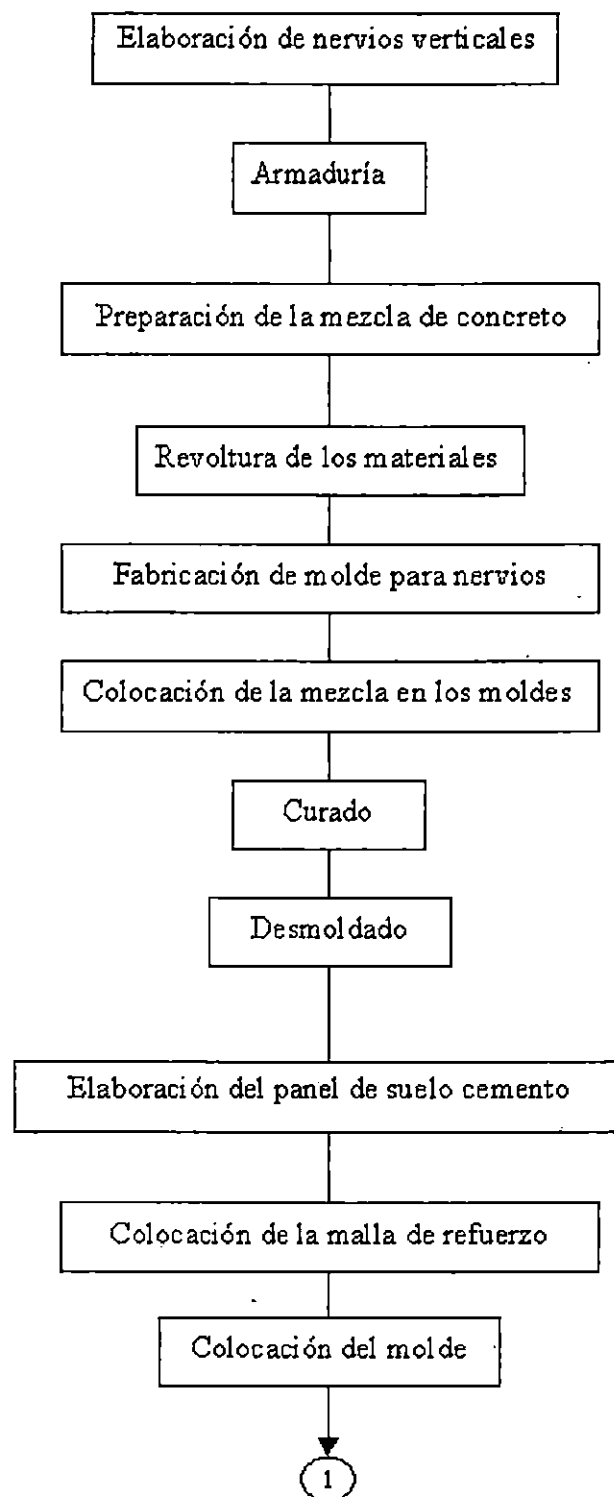
Durante los procesos de fabricación y construcción es necesario que haya un encargado o supervisor que dirija y vigile el cumplimiento de ésta guía. La estabilidad de las paredes¹⁷ acarteladas construidas con este sistema de paneles u nervios dependerá del agregamiento de los procesos de construcción indicados en esta guía. La eficiencia económica se obtiene evitando los desperdicios excesivos.

En esta guía no se prevén las estimaciones de montos de mano de obra de personal de trabajo, porque se considera que es a través de trabajos colectivos de ayuda o comunitarios, como se realizará el trabajo constructivo. El sistema constructivo propuesto para utilizar en paredes de viviendas hechas de paneles de suelo cemento reforzados con malla galvanizada para gallinero, requiere que previamente se haya hecho la cimentación y los correspondientes nervios verticales para disponer de arranques de sujeción o anclaje lateral en cada uno de los cantos libres que van quedando en cada hueco dejado entre nervio y nervio y tramo de cimentación. Así, en el apartado II de esta guía se indica como es que se disponen, se arman y se elaboran los nervios laterales de pared, que se colocan verticalmente para fijar el panel, figura No 32, 33 y 34. Para la elaboración del panel hecho en el lugar, una vez se tiene colocados los nervios en la cimentación y todos los pines de fijación o anclaje, éste se realiza de acuerdo con el apartado IV de ésta guía. Así mismo, se reseñan los procesos que se siguen en la elaboración directa del panel. Cabe señalar que en el apartado III se indica el proceso preparatorio tradicional que debe hacerse para la construcción de cualquier módulo habitacional que para este caso de interés se usaran paneles de suelo cemento reforzados con malla metálica que se usa para cercados sencillos.

La guía No 6 utilizada en forma prontuaria en este manual se aplica como sigue:

¹⁷ Las paredes hechas con paneles de suelo cemento reforzado con malla para gallinero no son portantes, solamente rellenan los huecos entre los nervios de su colocación y rodean el espacio construido de la vivienda. Esto debido a que no hay pruebas que muestren que hacen trabajo estructural.

Se obtiene tierra blanca lo más pura y sana posible, esta se hace pasar por la malla No 4 (5 mm), la cual se utilizará en la elaboración de la mezcla para la hechura de los paneles de suelo cemento reforzados con tela metálica para gallineros. La tela de gallinero se obtiene comercialmente en las ferreterías compradas por yardas o metros lineales. La mezcla se hace disponiendo de 1 bolsa de cemento (42.5 kg) y 12 sacos de tierra blanca (510 kg) o el equivalente a 6 carretilladas de 5 pies cúbicos a ras, así mismo 70 lts de agua ó 2 $\frac{3}{4}$ cubetas de agua aproximadamente, la cual se agregará parcialmente en tres partes o según el proceso lo indique. Todo lo anterior se mezclará para la elaboración del panel como indica el apartado IV de ésta guía. El acabado de éste será liso, pintado directamente, para esto se recomienda ver guías operativas de recubrimiento. Así se obtiene una pared hecha de suelo cemento reforzada con malla metálica para gallinero.



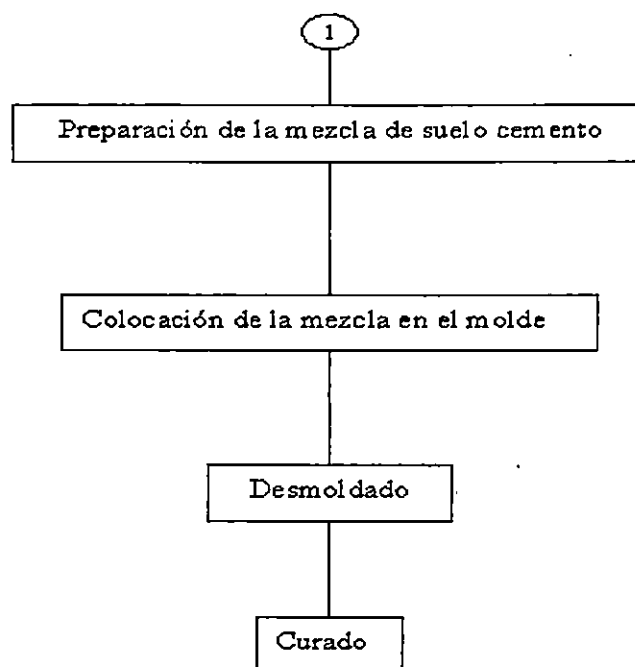


Diagrama No 7. Proceso de guía No 6

2.1.6.2 GULA OPERATIVA No 6

Fabricación de Paneles de Suelo Cemento Reforzados con Malla Metálica para Gallinero.¹⁸

I. Datos Generales

Producto : panel hecho de tierra blanca y cemento, reforzado con malla metálica que se usa para gallineros.

Dimensiones : 2.4 m x 2.4 m x 0.13 m

Aplicación : en la construcción de viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.

¹⁸ José Antonio Hueso Solís, Salvador Alvarado Flores. "Aplicación de Suelo Cemento a la Construcción de la Vivienda Mínima II". Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador 1983.

- Materia prima : cemento Pórtland tipo I, tierra blanca, arena, grava, hierro para refuerzo de columnas, malla metálica (tela de gallinero), agua limpia.
- Equipo y herramientas : palas, cubetas o baldes, moldes para columnas, moldes para el panel, zaranda de abertura 5mm, vibrador, tolva mezcladora con capacidad de una bolsa.
- Costo : ϕ 34.00 mt²
- Datos técnicos : en la tabla No. 9 se especifican datos importantes para la elaboración de paneles de suelo cemento.

Tabla No. 9. Datos útiles para la fabricación del panel

Concepto	Parámetro
Tipo de suelo	Limo - Arenoso (ML)
Granulometría	menor de 5 mm
Proporcionamiento	12:1
Revenimiento de la mezcla	2 pulgadas

II. Elaboración de nervios verticales para fijar lateralmente el panel.

Armaduría: alacrán, hecho de varilla de 1/4", se cortan los pedazos de varilla de 15 cm de largo, los cuales se doblan en forma de "c" en tres partes, de tal forma que este queda de 7 cm de largo con un dobles en cada extremo, por donde pasará el refuerzo vertical de 3/8", según se muestra en los esquemas de la figura No. 32.



Figura No 32. Armadura del Alacrán

Elaboración de nervios

Se prepara el molde, hecho de madera, con la geometría que tendrá la sección transversal en forma de I (figura No 33), los saques son los canales donde se ensambla el panel y su ancho es del espesor del mismo, el largo es de 2.4 m igual que el largo del molde.

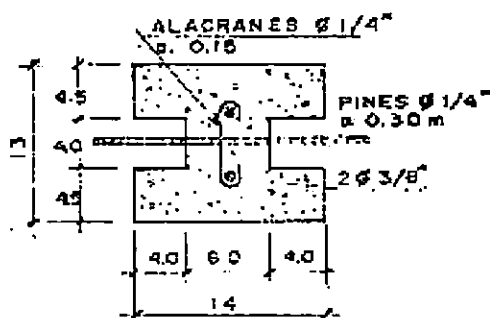


Figura No 33. Sección Transversal del Alacrán

Colocación del refuerzo vertical y horizontal.

Previamente se ha armado todo el refuerzo amarrado con alambre, se coloca de canto y centrado de tal forma que este quede sostenido en los extremos y a lo largo del molde, ver figura No 34.

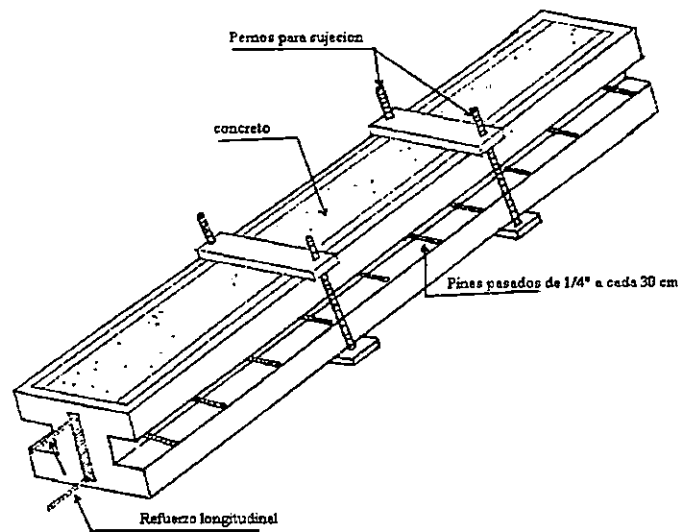


Figura 34. Moldeado de la columna

Proporcionamiento y preparado de la mezcla de concreto hidráulico para nervios

El concreto constará de una parte de cemento, dos partes de grava No 1 y dos partes de arena, o sea proporción en volumen de 1:2:2, para obtener la resistencia de 210 Kg / cm^2 a los 28 días de haber sido fabricado y sin uso.

Elaboración del concreto.

Revolver manualmente la arena, grava y cemento con palas unas cuatro veces o en la concretora por 3 minutos hasta obtener uniformidad en la mezcla. Posteriormente agregar agua lentamente hasta obtener una mezcla trabajable y homogénea.

Fabricación del molde de madera.

El molde para las columnas se hace de tabla y cuarterones, teniendo el cuidado de forrar con anterioridad el armado, las tablas, con lámina lisa para una mayor duración de la madera para el moldeado. Además, es conveniente usar alguna sustancia desmoldante como aceite quemado sobre el molde antes de colocar la mezcla, para poder facilitar el desmoldado.

Colocación de la mezcla en los moldes.

Con ayuda de cubetas y / o baldes, transportar el concreto hasta vaciarlo en los moldes de las columnas, compactando y acomodando manualmente con una varilla de acero de 3/8" y de 50 cm de largo, varillando de 10 a 15 veces o compactando con el vibrador de aguja durante 1 minuto.

Curado.

Después de una hora de colocado el concreto se procede a rociar con agua el molde de la columna (nervio) para contribuir al fraguado del mismo hasta desmoldarlo un día después. Aún después de desmoldado se continúa curando la columna por lo menos 24 horas después de retirado el molde.

Desmoldado.

Retirar el molde de madera que contiene al nervio de concreto desclavando la madera con la barra tipo uña en los extremos y balules , se debe tener cuidado en no dañar el molde para poder usarlo posteriormente para otros nervios.

III Procedimiento para elaborar paredes hechas de panel de suelo cemento.

Limpieza y Desalojo : ver guía No. 1

Trazo : ver guía No. 1

Excavaciones : ver guía No. 1

Fundaciones : ver guía No. 1.

Hechura de paredes : ver procedimiento de elaboración del panel

IV. Elaboración del panel.¹⁹

Colocación de la malla de refuerzo:

¹⁹ No portante de cargas, por lo tanto no trabajará estructuralmente, sino, complementará la estructuración de conformación del módulo habitacional.

Cortar la malla metálica con dimensiones de 2.4m x 2.4m o las dimensiones del módulo del panel más 10 cm a cada uno de los cuatro lados del panel con el fin de sujetar y tensar la malla en cada extremo, a los pines que se dejaron en la columna o nervio, los cuales estarán sujetos a la solera de fundación, para ello, puede auxiliarse de alambres tensores para uniformizar la rigidez de la malla como se muestra en la Fig. No 19 del capítulo I.

Sujetar la parte superior de la malla con la ayuda de un elemento rígido provisional (regla pacha puesta de canto).

Colocación del molde para proceder al colado del panel.

El lleno del panel se realiza en el sitio luego de la colocación de un molde de madera con las dimensiones de este; al molde se coloca sujetado al nervio, para ello se usa tabla en ambos lados, es decir conformando un encajuelado que servirá de molde y contra molde del panel.

Preparación de la mezcla de suelo cemento.

Proporcionamiento: la mezcla a utilizar se hará en una proporción de 12 partes de suelo por 1 parte de cemento (12:1)

Elaboración de la mezcla: ver guía No 1. Se mezcla la tierra con el cemento, luego agregar agua poca a poco en volumen similar al del cemento hasta obtener una mezcla homogénea.

Colocación de la mezcla en el molde.

Vaciar la mezcla de suelo cemento en los moldes colocándola en capas de 15 ó 20 cm de espesor vibrando cada una durante 1 minuto.

Desmoldado: 24 hrs después del colado retirar los moldes del panel.

Curado del panel: utilizar el curado por aspersión de agua con una regadera metálica de riego sobre el panel tres veces al día durante 7 días mínimos.

V. Notas técnicas para el uso del panel.

Mano de obra

El programa constructivo a base de paneles de suelo cemento está orientado a realizarse bajo programas de ayuda mutua, en donde la mano de obra es aportada por la comunidad, y no necesita ser especializada. A continuación se presenta la distribución de personal a necesitar:

- 1 armador.
- 3 haciendo la mezcla y colando.
- 2 vibrando la mezcla en moldes.

Ventajas

Utilización del banco de tierra blanca más próximas al lugar.

Facilidad de levantamiento de las paredes, por ser fabricadas en el sitio donde se levantan de una sola vez.

Producción continua durante todo el año.

Recomendaciones

Revestir los moldes con aceite quemado para un fácil desmoldado.

Sellar las fisuras que queden en el molde para evitar que la mezcla de suelo cemento se derrame.

2.1.6.3 Características técnicas.

Características geométricas

Longitud	2.40 m
Altura	2.40 m
Espesor	0.13 m

Características Físicas

Volumen del Panel	0.75 m ³
Peso volumétrico del panel	1.80 ton / m ³
Porcentaje de absorción	26.17%

Características Mecánicas

Resistencia del panel a la compresión	66.69 kg / cm ²
Resistencia al esfuerzo cortante	No se realizó
Resistencia al esfuerzo de flexión	No se realizó

2.1.6.4 Especificaciones técnicas.

- La abertura de los agujeros de la malla metálica a utilizar será de 1" de diámetro.
- La mezcla de suelo cemento tendrá que cumplir con un revenimiento de 2".
- La compactación de la mezcla de suelo cemento en los moldes se hará con la ayuda de un vibrador de aguja, cuyo vástago tendrá un diámetro de 1 ¼".

RECUBRIMIENTOS

2.2 RECUBRIMIENTOS

Las viviendas elaboradas con paredes hechas de bloques de suelo cemento, piedra pómez, panel de suelo cemento modulado en el lugar, ladrillos de barro o adobe; pueden protegerse con un acabado final que además de ser económico proporcione calidad, durabilidad y buena apariencia en las paredes, así como calidad de estos.

La superficie de pared protegida contra el intemperismo se consigue aplicando un espesor delgado de mezcla relativamente pobre o mortero de repello cuando esta tiene un espesor de un centímetro o una pasta hecha de material fino como algún ligante y agua, aplicando directamente en la superficie o adobado; también la protección de mezcla totalmente líquida se aplica directamente, la cual forma una película protectora, que también da un acabado final.

El tipo de recubrimiento a utilizar es preferenciado generalmente por el usuario; así, se puede elegir entre recubrimientos de consistencia sólida y recubrimientos de consistencia líquida, el diagrama No 8 indica cómo elegir el recubrimiento siguiendo la bifurcación del diagrama.

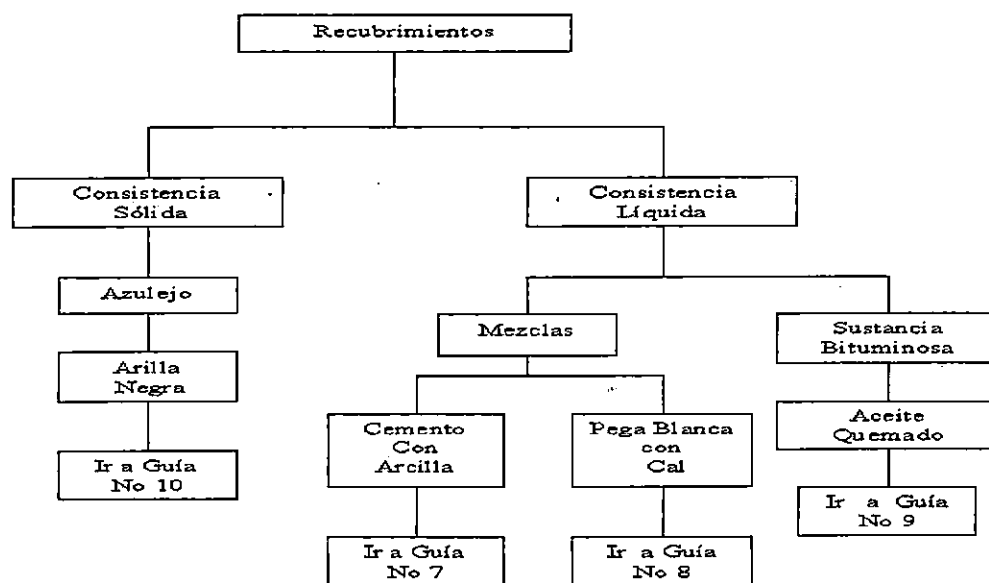


Diagrama No 8

2.2.1 Guía Operativa No 7: Elaboración de recubrimiento en pared a base de cemento y arcilla

2.2.1.1 Uso de la guía.

Se pueden recubrir las paredes con mezclas líquidas de arcilla, cemento y agua para aplicación directa sobre la superficie a proteger; ver guía No 7, se necesita que la mezcla sea bien revuelta u homogénea de tal manera que no hayan grumos que dejan granulada la superficie. Así, el agua sirve como diluyente del cemento como también de la arcilla o su combinación, ya que ambos como polvo muy fino, al combinarse con el agua y disolverse forman una consistencia “chilatosa”, la cual se va adelgazando según se vaya agregando parcialmente las cantidades de agua necesarias calculadas para las cantidades previstas, debido a que deberá aplicarse con brocha de mezcál preferentemente u otra comercial de tal forma que quede un acabado de textura más o menos agradable a la vista, no granulada, no rayada, ni dar la sensación de desorden; que sea estético. Además de esto con la aplicación de la pintura, se busca buena adherencia y durabilidad del acabado que se aplicó.

El uso de la guía No 7 en forma prontuaria, en este manual se realizará como sigue:

La tierra arcillosa, se hace pasar por el tamíz o criba No 200, debiendo estar bien molida o pulverizada para disponerla en mezcla con agua en proporción volumétrica de 1:2 (una parte de cemento más dos partes de tierra arcillosa); esto quiere decir, que se tiene 0.05 m^3 de cemento o sea $1/5$ parte de una cubeta de 5 galones (una lata) (20 %), 0.10 m^3 de arcilla ó $2/5$ partes de la misma cubeta (40 %) y aproximadamente 10 lts de agua, lo cual servirá para la elaboración de la mezcla como lo indica el apartado II de la guía; en el apartado III se indica cómo debe aplicarse la mezcla sobre la pared.

El diagrama No 9 indica los pasos secuenciales que implica el proceso de elaboración de la mezcla terciada.

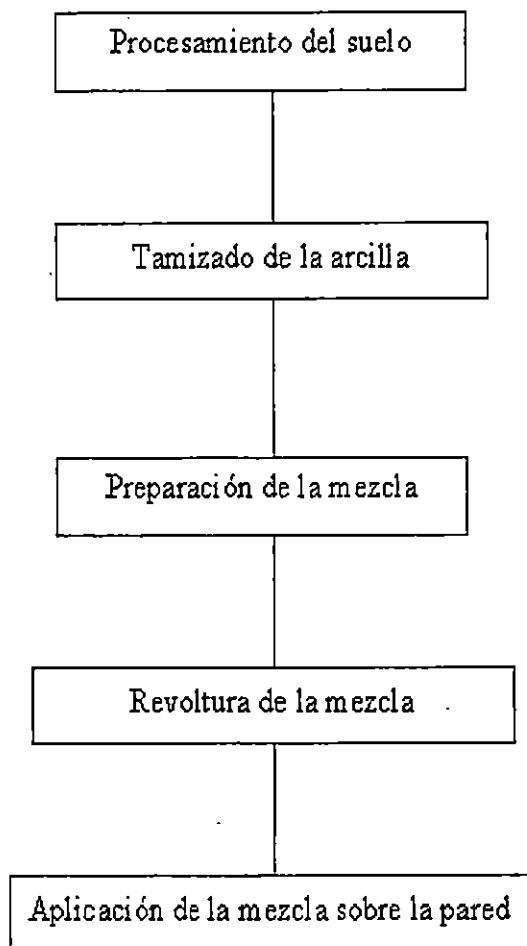


Diagrama No 9. Proceso de guía No 7

2.2.1.2 GUÍA OPERATIVA No 7

Elaboración de recubrimiento en pared a base de cemento y arcilla.²⁰

I. Datos Generales

- Producto : mezcla de cemento con arcilla
- Aplicación : recubrimiento y acabado en paredes hechas de adobe, suelo cemento y barro.
- Materias primas : cemento Pórtland Tipo I, Arcilla, agua.
- Herramientas : cucharas, cubetas, brochas, tamiz (malla No 200 ó la más fina que venden en ferretería).
- Costo : dependerá del precio comercial del cemento
- Datos técnicos : la tabla No 10 presenta datos útiles en la elaboración de la mezcla.

Tabla No 10. Datos para elaborar la mezcla

Concepto	Parámetro
Tipo de suelo	Arcilla (CH)
Granulometría	La que pase la malla No 200
Proporción	1:2
Cantidad de cemento	0.05 m ³ *
Cantidad de arcilla	0.10 m ³ *
Cantidad de agua	10 lts * aproximadamente

* Cantidad en base al volumen de una cubeta de 5 galones (una lata)

II. Elaboración de la Mezcla

Procesamiento del suelo

La arcilla se pasa por el tamiz o la malla No 200, debiendo estar bien molida o pulverizada.

²⁰ Adaptada de José Antonio Huevo Solís, Salvador Alvarado Flores. "Aplicación del Suelo Cemento en la Construcción de Vivienda Mínima IP". Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador, 1983.

Preparación de la mezcla.

La mezcla tendrá una proporción volumétrica de una parte de cemento y dos de arcilla (1:2); para esta proporción, la cantidad de agua de mezcla es de 10 lts y se obtienen 25 lts ó 5 galones de mezcla.

Elaboración de la mezcla

Mezclar la arcilla con el cemento hasta obtener homogeneidad en la revoltura, previo a echar el agua, esto se hace en una batea con una cuchara de albañil. Habiendo conseguido una mezcla uniforme esta se vierte en una cubeta, se agrega el agua en dos o tres partes hasta que se haya alcanzado una consistencia líquida, esto se hace revolviendo o agitando con una paleta de madera hasta tener buena trabajabilidad con la brocha. Para una mezcla más fluida o más espesa, variar la cantidad de agua.

III. Aplicación de la mezcla sobre la pared.

La mezcla fluida se aplica sobre la pared, con brocha de mezcál con movimientos verticales de arriba abajo y otros diagonales simultáneamente emparejándolo con movimientos verticales.

IV. Notas técnicas

Mano de obra

No se requiere de mano de obra calificada para la aplicación de este recubrimiento en las paredes y la cantidad de personas a utilizar depende del tamaño de la vivienda, área de la superficie a recubrir o la agilidad con que se hace hasta terminar la aplicación de la pintura.

Ventajas

La adherencia de la pintura con la pared de suelo cemento es satisfactoria, el color de la arcilla por sí sola mantiene su tonalidad.

Recomendaciones

Antes de aplicar el recubrimiento sobre la pared, ésta se dejará libre del polvo superficial y otros residuos, lavando con agua para facilitar la adherencia de la mezcla.

Aplicar dos manos de recubrimiento para mejor cobertura y usar este recubrimiento en paredes interiores donde no estén expuestas a la humedad.

2.2.1.3 Características técnicas.

Característica geométrica: la superficie en contacto con aristas bien cuadradas y espereza de superficie apta para el paso de la brocha y pintura.

Característica física: consistencia líquida

2.2.1.4 Especificaciones técnicas

- Para la elaboración de la mezcla se usará polvo de arcilla, lo más fino posible. Para obtener este material será necesario pasar la arcilla por mallas o cedazos finos.
- El cemento a utilizar será Pórtland tipo I convencional o el cemento para albañilería o mampostería.
- La aplicación de la mezcla fluida se hará sobre paredes de adobe, paredes de suelo cemento y paredes de barro, su aplicación se hará con brochas de mezcál.

2.2.2 Guía Operativa No 8: Elaboración de recubrimiento de pega blanca sintética con cal

2.2.2.1 Uso de la guía.

Al mezclar con agua la cal y la pega blanca, se obtiene una mezcla que sirve como recubrimiento en paredes. La cal es el producto natural que resulta de la calcinación y descomposición de las rocas calizas, la acción del pegamento sintético

permite además de dar firmeza en el recubrimiento, da una protección al intemperismo formando una película transparente impermeable.

El uso de la guía No 8 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue: Obteniendo la cal, ésta se hace pasar por el tamiz No 4 (5 mm) obteniendo un aproximado de 6 lb., para esta cantidad de cal, será necesario $\frac{1}{2}$ galón de pega blanca y aproximadamente 12 lts de agua, esto se usará en la preparación de la mezcla así como lo indica el apartado II de la guía No 8. El apartado III indica la forma en que se debe aplicar este recubrimiento. Ver diagrama No 10 de proceso de elaboración.

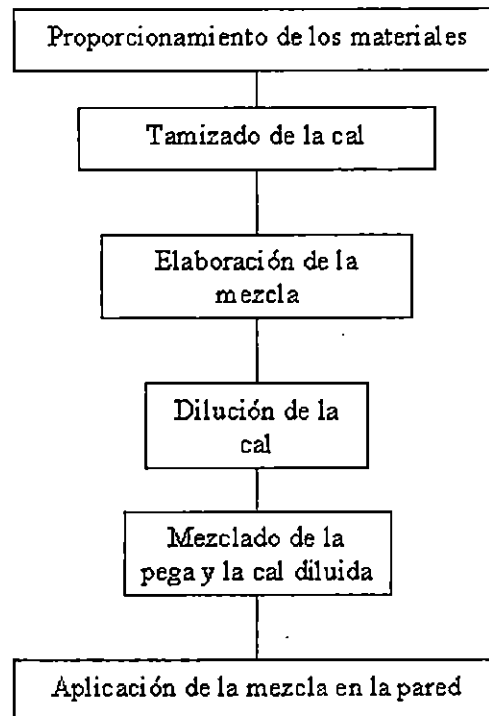


Diagrama No 10. Proceso de guía No 8

2.2.2.2. GUÍA OPERATIVA No 8

Elaboración de recubrimiento de pega blanca sintética con cal.²¹

I. Datos Generales.

- Producto : mezcla a base de pega blanca sintética de uso en carpintería con cal hidratada.
- Utilización : recubrimiento y acabado en paredes de hechas de adobe, suelo cemento y barro.
- Materias primas : cal hidratada, pega blanca sintética y agua.
- Herramientas : paletas, cubetas de 5 galones, tamiz de 5 mm y brochas.
- Costo : ₡27.74
- Datos técnico : la tabla No 11 presenta datos útiles en la elaboración del recubrimiento

Tabla No 11. datos para elaborar la mezcla.

Concepto	Parámetro
Granulometría	Malla de abertura 5 mm
Cantidad de cal	6 lbs*
Cantidad de pega	1/2 galón*
Cantidad de agua	12 lts* aproximadamente

* Cantidades basadas en el volumen de una cubeta de 5 galones (una lata)

II. Preparación de la mezcla

Proporcionamiento

Por cada ½ galón de pega blanca usar 6 libras de cal hidratada.

²¹ Adaptada de José Antonio Huezo Solís, Salvador Alvarado Flores. "Aplicación del Suelo Cemento en la Construcción de Vivienda Mínima II". Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador 1983.

Elaboración de la mezcla

Pasar la cal por un tamíz de 5 mm para evitar grumos.

Diluir la cal en 12 lts de agua limpia.

Adelgazar la pega por lo menos al 50 % previo al mezclado con la cal diluida.

Mezclar en forma gradual la pega blanca adelgazada con la cal diluida.

Revolver energéticamente hasta alcanzar la fluidez deseada.

La cantidad de agua que se agregue a la mezcla hace variar la consistencia de ésta, ya que si se requiere más delgada se deberá agregar mayor cantidad de agua dependiendo cómo esta sea más manejable para aplicar con la brocha.

II. Colocación de la mezcla

Aplicar con brochas convencionales en la superficie a cubrir, con movimientos de arriba hacia abajo verticalmente sin que la pintura se chorree; los movimientos se harán inmediatamente unas dos a tres veces sin repasar, debido a que una vez la pega comience a secar, en alguna nueva pasada de la brocha, la pintura ya aplicada se pela o se descascara destruyendo la película uniforme que ya tenía la pared.

IV. Notas Técnicas

Mano de obra : ver guía No. 7

Ventajas

La acción del pegamento permite además de fijeza en el recubrimiento, una protección al intemperismo debido a la formación de una película transparente en la pared.

Da acabado final a la superficie de la pared, a la vez, sella los poros en esta.

Recomendaciones

Previo a aplicar la pintura en la superficie, esta se limpia y se humedece para mejorar la adherencia..

Aplicar dos manos de pintura de mezcla con 6 a 12 horas de diferencia entre éstas, hasta que la pared quede totalmente cubierta..

Revolver la mezcla con una paleta de madera, libre de moho, tierra u otras impurezas.

La cal hidratada a utilizar debe ser limpia, para que la mezcla no se contamine y la pared pudiera quedar con mala apariencia visual.

2.2.2.3 Características técnicas

Característica geométrica: la de la superficie en contacto.

Característica física: consistencia líquida

2.2.2.4 Especificaciones técnicas

- Este recubrimiento se aplicará adelgazado con agua a través de brochas convencionales de 3" ó 4" sobre paredes de adobe, paredes de suelo cemento y paredes de barro con movimientos verticales de arriba hacia abajo.

2.2.3 Guía Operativa No 9: Elaboración de recubrimiento en pared a base de sustancia bituminosa

2.2.3.1 Uso de la guía.

El uso de sustancias bituminosa como recubrimiento en paredes de suelo cemento, adobe y barro permite el sellado de los poros de las paredes y la eliminación de la capa de material superficialmente débil. Como sustancia bituminosa en esta guía se usa el aceite quemado que es de fácil obtención y de un bajo costo.

El uso de ésta guía es aún más simple que las anteriores, ya que consiste únicamente en el procedimiento de aplicación del recubrimiento, ya que la materia prima

que se utiliza es elaborada y está lista para su aplicación, este procedimiento se encuentra en el apartado II de esta guía.

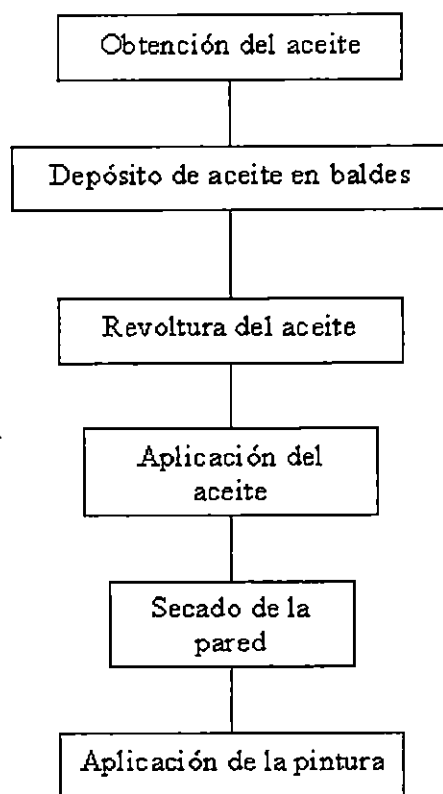


Diagrama No 11. Proceso de guía No 9

2.2.3.2 GUÍA OPERATIVA No 9

Elaboración de recubrimiento en pared a base de sustancia bituminosa.²²

I. Datos Generales

- Producto : Aceite quemado para recubrir paredes de tierra mejorada.
- Aplicación : sellador de poros e impermeabilizante de paredes hechas de adobe, Suelo cemento y barro.

²² Adaptada de José Antonio Huezo Solís, Salvador Alvarado Flores. "Aplicación del Suelo Cemento en la Construcción de Vivienda Mínima II", Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador 1983.

Materias primas : aceite quemado y pintura.

Herramientas : paletas de madera, baldes o cubetas plásticas o metálicas y brochas corrientes de 4" ó 6"

Costo : el valor del aceite quemado es variable en cada taller mecánico, la pintura también en su valor comercial

II. Procedimiento para la aplicación de la base de aceite quemado y pintura

El aceite quemado es una base impermeabilizadora que se consigue en los talleres de mecánica automotriz y se puede encargar para comprarlo a muy bajo costo. Al depositarlo en baldes o cubetas se debe mantener bien tapado para que no se contamine con polvo, basura u otro desecho, o se mezcle con agua u otro tipo de grasa.

Con una paleta de madera revolver haciendo círculos hasta homogenizar, si se desea se mezcla con gas diluyente (kerosene) para adelgazarlo a manera que se haga más trabajable y que la pared pueda absorberlo en menos tiempo. El aceite quemado se aplica sobre la pared con la ayuda de brochas convencionales avanzando parejo para que el impermeabilizado y el acabado sean uniforme. Se deja secar el recubrimiento en la pared, como mínimo 15 días.

Aplicar la pintura de aceite por medio de brochas convencionales, de arriba hacia abajo verticalmente emparejando el acabado, de tal manera que visualmente se aprecie bien.

III. Notas Técnicas

Mano de obra

La aplicación de este recubrimientos sobre las paredes no requiere mano de obra calificada y el tamaño de la vivienda determina el número de personas a utilizar.

Ventajas

Este tipo de recubrimiento resulta de bajo precio, ya que el aceite puede ser adquirido en los talleres de reparación automotriz y el costo solamente sería el precio comercial de la pintura.

Recubrir con aceite quemado y pintura además de ser práctico también es económico, porque su costo es muy bajo, impermeabiliza y sella la superficie de pared reduciendo el gasto de pintura de aceite.

Recomendaciones

Aplicar dos manos de aceite quemado en la pared para obtener mejor sellado de los poros e impermeabilización.

Dejar un lapso prudencial de 15 días mínimo para el secado del aceite antes de aplicar la pintura, así, se obtendrá buena adherencia entre la pared seca y la pintura.

Nota: el diluyente del aceite quemado es el gas (kerosén) y el diluyente de la pintura de aceite es el adelgazador mineral o el agua ras. El aceite quemado es una sustancia bituminosa.

2.2.3.3 Características técnicas

Característica geométrica: la de la superficie en contacto.

Característica física: consistencia líquida

2.2.3.4 Especificaciones técnicas

- El aceite quemado, que es bituminoso; debido a su viscosidad es un buen impermeabilizante, este puede ser adquirido en talleres de reparación automotriz. Útil para el recubrimiento de paredes, se aplicará puro o adelgazado con gas (kerosene) usando brochas convencionales de 3" ó 4", sobre paredes hechas de

adobe, paredes de suelo cemento y paredes de barro, con movimientos verticales de arriba hacia abajo.

2.2.4 Guía Operativa No 10: Azulejo hecho con arcillas negras de Pasaquina

2.2.4.1 Uso de la guía.

Para usar la tierra arcillosa en la elaboración de materiales de construcción, se arranca de los yacimientos naturales y es llevada a lugares de acopio para su reposado y estabilización química natural y cubriéndola con plástico negro para protegerla del agua, viento y otros contaminantes.

La arcilla es un material terroso de agregados minerales, muy común, abundante en la mayor parte del país. La arcilla es plástica cuando está suficientemente humedecida, rígida cuando está seca y vidriosa cuando es horneada a temperaturas elevadas. El origen y las características relevantes de las arcillas están relacionadas con la construcción, entre ellas están textura, plasticidad y color .

La arcilla, negra y roja es utilizada como material de construcción en la elaboración de azulejos. En la guía No 10 se expone con detalle los datos generales en los que se indican los materiales para llevar a cabo el proceso de fabricación, así como las herramientas y equipos necesario que deberán disponerse y los procesos para la fabricación de los azulejos. Este procedimiento se representa en el diagrama No 12. Es necesario que se tomen las correspondientes precauciones y medidas de seguridad en el cumplimiento de los procesos de fabricación, con el fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros. Durante el proceso de fabricación y colocación del azulejo, es necesario que haya un encargado o supervisor que dirija y vigile por el buen cumplimiento de la guía. En esta guía, no se prevén las estimaciones de montos de mano de obra de personal de trabajo, porque se considera que es a través de trabajos colectivos de ayuda o comunitarios. Cuando la producción de azulejos se haga masiva, se requerirá una planta productora que incluya bodega, ver diagrama Anexo A-4.

El uso de la guía No 10 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

Al obtener suelo arcilloso (CH), se hace pasar por la malla No 200 (o la más fina en el mercado); ésta servirá para la elaboración de azulejos como se indica en el apartado II de la guía, en esta se indica la preparación del suelo, elaboración de la mezcla, fabricación del azulejo, cocción de las unidades y el acabado final del azulejo. En el apartado III se indica la forma de colocación del azulejo en la pared que se quiere recubrir, desde el picado y limpieza de la pared, hasta la limpieza final de las sisas entre cada azulejo.

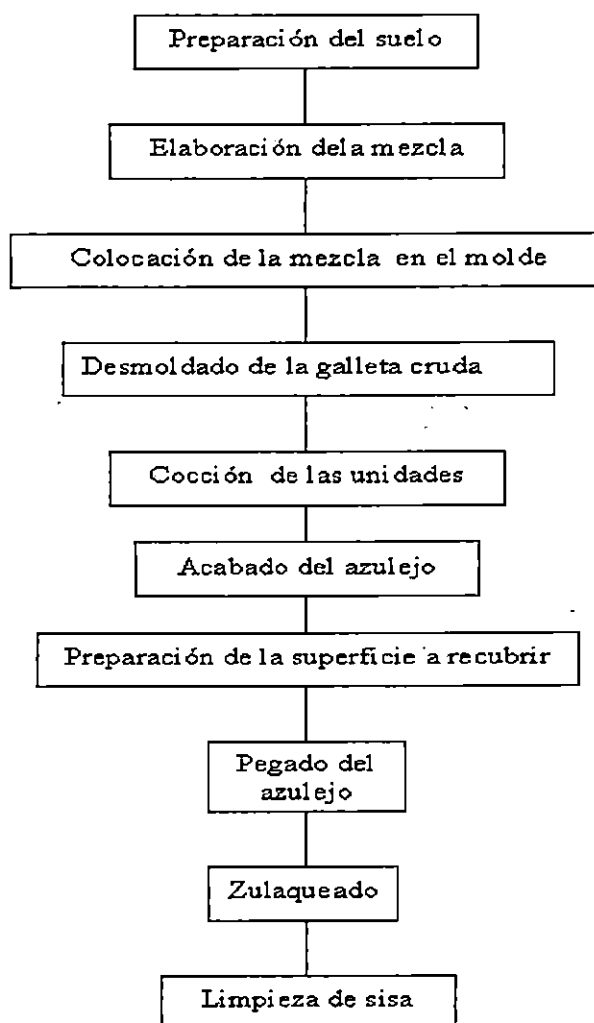


Diagrama No 12. Proceso de guía No 10

2.2.4.2 GUIA OPERATIVA No 10

Fabricación de azulejos.²³

I. Datos Generales

- Producto : Azulejo hecho con arcillas negras de Pasaquina.
- Aplicación : Recubrimiento de paredes interiores y exteriores dando mejor apariencia estética y limpieza.
- Dimensiones : 11 cm x 11 cm (o las dimensiones deseadas)
- Materias primas : arcilla negra, feldespato de potasio, pinturas y agua limpia.
- Equipo y herramientas: palas, cucharas, zaranda (malla No 200 ó la más fina que venden en ferreterías), bolsas plásticas, rodillo, molino de disco, horno para cocimiento de material cerámico, máquina para elaboración de ladrillos y pinceles planos.
- Costo : ¢ 0.17 unidad
- Datos técnicos : la tabla No. 12 contiene los datos útiles para la fabricación de los azulejos.

Tabla No. 12. Datos útiles para fabricar los azulejos

Datos	Parámetros
Tipo de suelo	Arcilla (CH)
Granulometría	que pase la malla No 200
Módulo de ruptura	100 kg/cm ²
Porcentaje de absorción	15%

²³ Adaptada de Luis Alberto Guerrero, Edmundo Salvador Mazariego Moran, Mauricio Isaías Velásquez. "Estudio Experimental de Las Arcillas Negras de Pasaquina, para su Utilización Como Material de Construcción". Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador, 1992.

II. Elaboración de azulejos

Preparación del suelo

Procesamiento del suelo como materia prima: Se delimita el banco de arcilla para explotarlo programadamente.

Después de arrancar la cantidad necesitada, se transporta dentro de sacos hasta el lugar de uso.

Sacar la arcilla de los sacos y extenderla en el piso.

Reposar de 7 a 15 días acopiando para secado y disgregación y estabilización química mineralógica.

Extraer las impurezas que contiene la arcilla en estado natural como materia orgánica, piedras duras, basura, etc. y expandirla en un lugar limpio y plano.

Deshacer los grumos de arcilla y dejarla secar completamente, esta se remueve a cada 3 ó 4 horas. durante el secado, esto si está muy húmeda

Seca la arcilla, molerla en el molino de discos hasta conseguir polvo fino.

Tamizar la arcilla, pasándola por la malla No 200, esto por la vía seca.

Someter a secado el polvo de arcilla que haya pasado por la malla No 200, la cual es muy fina y servirá de base de mezcla.

Preparación de la mezcla.

Proporcionamiento.

La proporción de la mezcla hecha por volumen, es 80% de arcilla, 20% de feldespatos de potasio, el agua para la mezcla será el 8% en peso de los componentes (arcilla + feldespatos).

Elaboración de la mezcla:

La arcilla seca se extiende en una superficie limpia y sin humedad, el feldespatos se polvorea sobre la arcilla extendida hasta cubrirla totalmente con una capa de espesor uniforme; luego se hace la revoltura a humedad natural con el fin de obtener una mezcla homogénea de arcilla feldespatos.

Agregar el agua lentamente y mezclar, teniendo cuidado de no formar grumos. Amasar la mezcla dentro de bolsas plásticas con la ayuda del rodillo para obtener una mezcla homogénea. Dejar reposar la mezcla durante 24 horas.

III. Fabricación del azulejo.

Colocación de la mezcla en el molde²⁴: habiendo reposado durante 24 horas la mezcla, se llena el molde manualmente con la mezcla de arcilla, acomodándola y procurando que no hayan huecos, hasta completar orillas y esquinas del molde.

Se enrasa el molde con una espátula, esto ayuda a que la mezcla ocupe el volumen total del molde y el espesor también va uniforme sin defectos principalmente en los bordes.

Se coloca el molde en el pistón²⁵ donde se le ejerce axialmente una presión de 250 kg/cm^2 para compactar la mezcla y lograr el espesor uniforme, formando una galleta cuadrada, generalmente.

Desmoldado de la galleta cruda:

Sacar el molde de la máquina luego de haber aplicado la presión y ponerla en lugar fijo en una superficie plana; extraer la galleta del molde, teniendo el cuidado que esta no se rompa y se pone a secar durante tres días como mínimo.

Cocción de las unidades:

Colocar las galletas en el horno ordenadamente sin que estas se fracturen o se rompan de los bordes y aristas, ni queden en contacto en ninguna de sus caras; ya que también, tal deterioro puede ocurrir durante las contracciones al proporcionar el calor

²⁴ Ver esquema de molde para azulejo en figura No 10 del capítulo I

²⁵ Si es una máquina de volante como en las fábricas de ladrillo de piso esta presión se consigue a través de las vueltas que se da al volante que contiene verticalmente el tornillo encamisado en rosca para ejercer presión axial, apretando, se descomprime girando al contrario el volante.

necesario hasta alcanzar el punto de vitrificación de las arcillas exponiéndolas durante una hora a temperatura de 1800 °C.

Pasado el periodo de quemado se apaga el horno y se deja enfriar durante 12 horas. La galleta quemada se saca del horno y se ordena adecuadamente para que no se dañen los bordes, esquinas y superficie de aplicación de la pintura.

Acabado del azulejo:

Aplicar la pintura sobre cada una de las galletas auxiliándose de un pincel plano, procurando no dañar la superficie tratada y lista para el quemado final, esto se consigue con un proceso similar al quemado inicial donde las galletas hoy se exponen a temperatura de 1030 °C durante 45 minutos aproximadamente.

IV. Forma de colocación del azulejo.

Enchapado de pared con azulejo.

Picar el área de pared que va a ser enchapada con azulejo, esto se hace con cincel y martillo o un picador hecho de dos pedazos de varilla en forma de "T" con puntas agudas; limpiar y dejar libre de polvo el área ya preparada, para evitar que se contamine la pasta para pegar el azulejo. Se humedece el área donde se pegará el azulejo y de esta forma estará lista para que se pueda adherir la pasta de pegado en la pared y esta no absorberá agua de la mezcla.

Pasta de cemento blanco o gris para pegar azulejos.

El cemento blanco o gris se deposita en una batea de mezclado de unos 80 cm a 50 cm, y con una cuchara de albañil se revuelve con agua hasta obtener una pasta de consistencia manejable de fácil sostén en superficie vertical en una cantidad tal que se termine en menos de una hora. Sucesivamente se hace de ésta forma para continuar el pegado del azulejo.

Pegado del azulejo en pared:

Aplicar la pasta hecha de cemento blanco o gris y agua sobre la superficie a recubrir, previamente preparada. Colocar el azulejo en la superficie con pasta de cemento adherida a la pared, acomodando y dando unos pequeños golpes sobre este con la ayuda de un martillo de hule hasta llegar a la posición requerida, según el cordel guía, y haciendo la junta o separación entre azulejo (sisa) por tanteo o separando con clavos de alfiler, para facilitar esto, e inmediatamente se limpia el exceso de pasta de pegado.

Llenar las juntas entre los azulejos, zulaqueando, con pasta fluida de cemento que se usó para el pegado; la consistencia más o menos fluida del cemento es para que vaya penetrando en la sisa hasta llenarla, tal que sea uniforme y no aparezca ninguna caverna o agujero sin llenar para buen acabado.

Limpieza de sisa:

Casi inmediatamente del llenado de las sisa, se limpia con trapo seco o papel toda la superficie hasta hacer desaparecer totalmente el cemento aplicado, revisando en el momento que no queden sisas defectuosas en el llenado, haciendo a la vez un acabado uniforme de las sisas entre los azulejos, estos quedarán brillantes después de la limpieza. Las superficies recién terminadas se protegen de cualquier exposición a daño, mientras no se ponga en servicio el área trabajada.

V. Notas técnicas

Mano de obra

La mano de obra para el pegado de los azulejos es especializada o entrenado ya que la persona debe ser muy cuidadosa en el trazado para la perfecta distribución y colocación de los azulejos, así como un acabado delicado y de buen gusto; sin embargo, para la elaboración de azulejos se puede utilizar mano de obra de auxiliar con paga por el día.

Ventajas

Aprovechamiento del suelo común o tierra arcillosa que se obtienen en el lugar o arcilla pura.

Los azulejos elaborados con arcilla pura y con feldespato, quemados a una temperatura de 1180 °C cumplen y son más ventajosos a partir de los requerimientos establecidos por las normas 026-A07 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México en cuanto a módulo de ruptura, absorción y sanidad. De ahí que los azulejos elaborados con arcilla pura son de buena calidad.

Recomendaciones

En cualquier proceso de cocción es preciso conocer la temperatura del horno, el grado de calor que éste genera y el tiempo de cocido, para verificar esto, se recomienda usar un pirómetro, el cual da lectura directa de la temperatura en el horno en proceso de cocimiento.

La correcta colocación de las unidades crudas en el horno es importante para conservar la geometría y obtener un quemado uniforme de las mismas; deben ser colocadas de tal manera que queden completamente apoyadas y evitando el contacto de una unidad con otra. Es importante asegurarse que el azulejo no sufra distorsiones e imperfecciones en cualquier y cada uno de los procesos de fabricación con el fin de obtener calidad y eficiencia.

En la aplicación del barniz, la pincelada debe ser rápida y ligeramente una encima de otra en forma uniforme, una pasada en una sola dirección o trazo, ésta debe hacerse después de haber sometido a quemado la galleta del azulejo y estar absolutamente fría.

Todos los cuidados en las operaciones y actividades en la fabricación del azulejo deben cumplirse a efecto de tener buenos rendimientos y rentabilidad de lo invertido, ya que de lo contrario optimización y eficiencia en todos los recursos que se usan serán muy bajos y esto generaría sólo pérdidas.

2.2.4.3 Características técnicas.

Características Geométricas

Dimensiones	11 cm x 11 cm
Area	121 cm ²
Espesor	8.0 mm

Características Físicas

Volumen del azulejo	96.8 cm ³
Porcentaje de absorción	15.00%

Características Mecánicas

Resistencia a la flexión (MR)	100 kg / cm ²
Sanidad	sin manchas

2.2.4.4 Especificaciones técnicas.

- El material a utilizar para la elaboración de los azulejos será preferiblemente arcilla negra o cualquier tierra arcillosa.

- Para mejorar la textura, las propiedades de la arcilla y eliminar las fallas en los azulejos, se utilizará feldespato de potasio en una proporción del 20% de la cantidad del material total a utilizar, el resto, o sea el 80%, corresponde a la cantidad de arcilla.
- La temperatura de quemado para la mezcla será de 1180°C, siendo esta temperatura la que permite alcanzar el punto de vitrificación de la arcilla.
- La aplicación de la pintura deberá hacerse después de haber sometido el cuerpo del azulejo a la temperatura de vitrificación y dejada en enfriamiento.
- El proceso de cocción de los azulejos deberá hacerse en tres etapas: secado, quemado del cuerpo y quemado de la pintura.

TECHO

2.3 TECHO.

El techo de una vivienda es la estructura que cubre el módulo habitacional; está diseñada con el propósito de proteger internamente la vivienda contra el sol, lluvia y viento. El usuario puede escoger entre estructura de techo que sea de su preferencia, ya sea metálica o de madera.

La estructura metálica es a base de polines "C" y espaciales, en la estructura de madera se utiliza principalmente costaneras, cuarterones y regla pacha.

La cubierta de techo, según el diagrama No 13, es de teja de micro concreto, la cual es fácil de elaborar por la adquisición de la materia prima, primordialmente el cemento, el cual junto con la arena recomendada y en proporciones especificadas se obtiene el producto final. Todo el procedimiento de elaboración se indica completamente en el desarrollo de la guía operativa No 11.

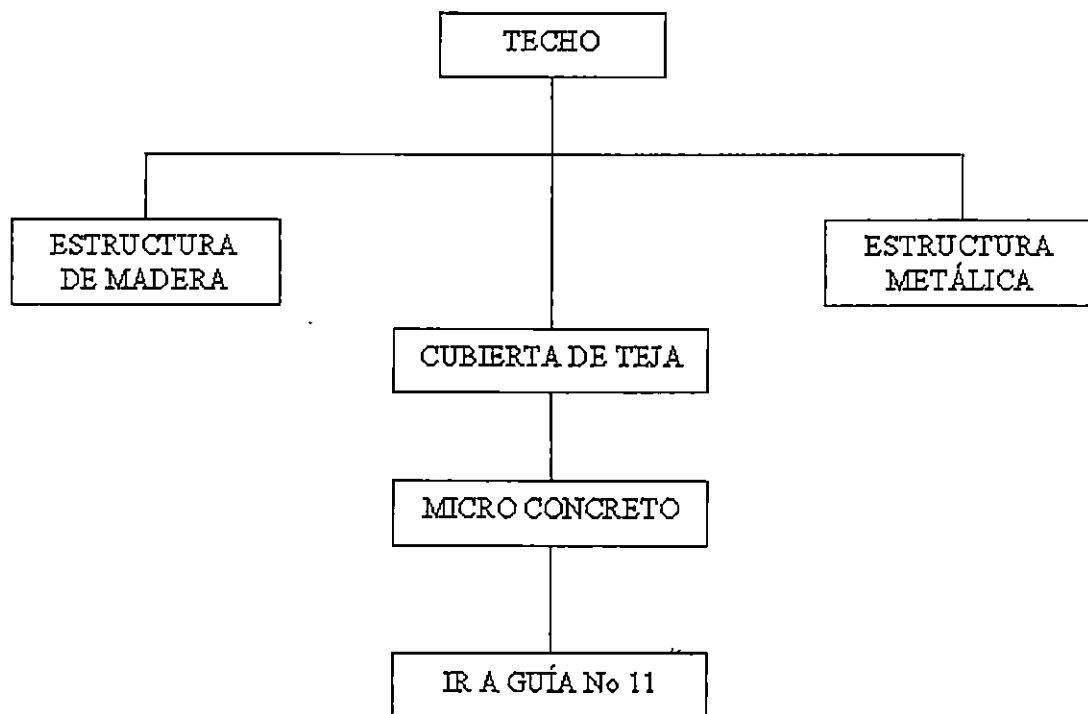


Diagrama No 13.

2.3.1 Guía Operativa No 11: Fabricación de teja de micro concreto y construcción de techo en vivienda.

2.3.1.1 Uso de la guía.

La teja de micro concreto está elaborada con arena de río o arena de mina, gris; se hace una mezcla proporcional de arena, cemento y agua, según la tabla No 13, estos materiales son de fácil obtención en el país. El cemento es Pórtland tipo I, de uso general y tiene la propiedad que al mezclarse con el agua forma una masa endurecida. La arena es extraída de dos lugares diferentes, del río las cañas en San Salvador o de la laguna de Aramuaca en San miguel, ambos son lugares de explotación muy conocidos en el país. El agua también determina mucho la calidad de la teja, ya que si es sucia o contaminada puede tener un efecto dañino al proceso de fraguado o endurecimiento del micro concreto fresco, por lo tanto esta debe ser fresca y limpia.

Las tejas hechas de micro concreto deben ser impermeables, poseer absorción entre 1.97% a 3.18%, resistir a la flexión y tener aristas o cantos rectos e intactos de avería, además, debe ser totalmente sana. Cuando haya producción masivas de las tejas, se recomienda elaborar una planta de producción como se muestra en el anexo A-5.

El uso de la guía No 11 aplicada en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

El apartado I de la guía detalla los datos útiles para elaborar teja de micro concreto, las cantidades de materiales a utilizar están basados en una bolsa de cemento (42.5 kg) ó 1 ½ cubetadas (de 5 galones de capacidad), más 4 cubetadas de arena (ó 4 latas), según sea de río o de mina y 42.41 lts de agua (1 2/3 latas de agua), agregados en tres partes, la arena previamente debe ser pasada por la malla No 4 (5 mm). El apartado II de la guía da el procedimiento para elaborar la teja, desde la preparación de la mezcla hasta el transporte de las mismas al lugar de colocación. El proceso de preparado de la estructura de soporte de la cubierta (tejas) ya sea de madera o metálica, y la hechura del entejado se encuentra explicado en el apartado III, estas etapas se representan en el diagrama No 14. El proceso de colocación de la teja es el mismo en cualquier estructura, ya sea esta metálica o de madera. Cuando la producción de las tejas se haga en forma

masiva se procederá según se indica en el anexo A-5 para determinar el proceso de elaboración en una planta de producción, incluyendo una bodega para almacenamiento. La guía, además, indica el procedimiento de colocación de la teja con el personal necesario y/o que deben ser dirigidos por un técnico de mayor amplitud de criterio para obtener mejores resultados constructivos en cuanto a seguridad y acabados. Es necesario que se tomen las correspondientes precauciones o medidas de seguridad en el cumplimiento de los procesos de fabricación, a fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros tal como lo provee la guía operativa No 11. Además, en IV. Notas técnicas, se completa algunos aspectos que también se aplican a pequeños y grandes proyectos de vivienda techada con teja hecha de micro concreto.

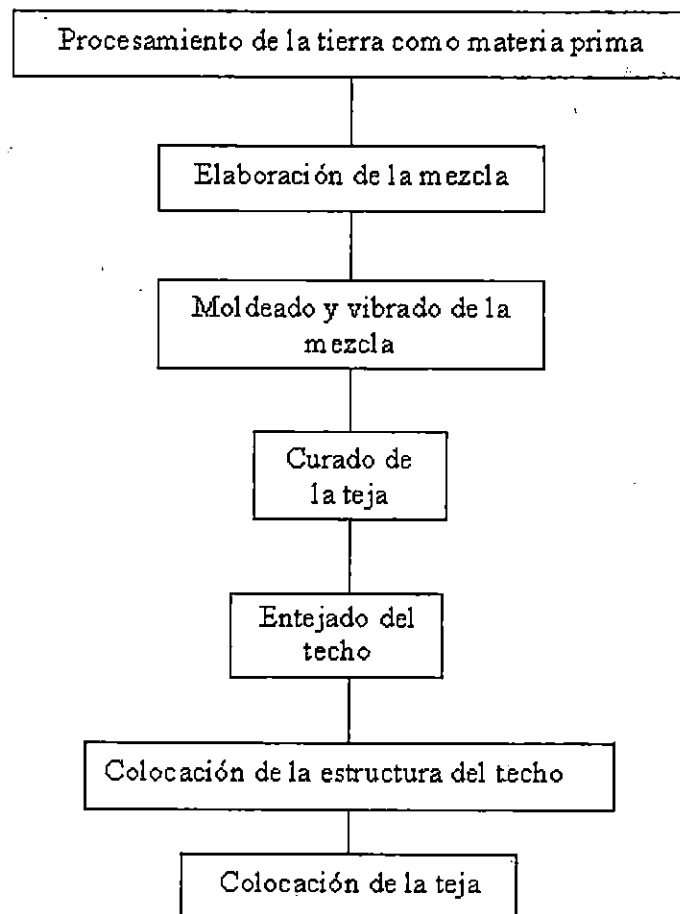


Diagrama No 14. proceso de guía No 11

2.3.1.2 GUÍA OPERATIVA No 11

Fabricación de Teja hecha de Micro Concreto y construcción de techo en vivienda.²⁶

I. Datos Generales

Producto	: teja gris hecha de arena y cemento.
Dimensiones	: 25 cm x 50 cm; espesor: 8 mm
Aplicación	: cubierta de techo para viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
Materia prima	: cemento Pórtland tipo I, arena, agua limpia, alambre galvanizado de 0.9 mm de diámetro.
Equipo y herramientas	: cuchara medidora de 3,730 cm ³ de capacidad, paleta o una cuchara de albañil, palas, baldes o cubetas, carretillas, barriles, zaranda No 4, moldes para teja, plástico negro y mesa vibradora.
Costo	: ₡1.73 unidad (con arena de río), ₡1.66 unidad (arena de mina)
Datos técnicos	: en la tabla No. 13 se muestran los datos necesarios para la elaboración de tejas.

²⁶ Adaptado de: José Luis Figueroa Albanés, Israel Alberto Jacobo Centeno, Fátima Inés Morales Pérez. "Aplicación de la Tecnología de Micro Concreto para Elaboración de Tejas como producto no tradicional de bajo costo. Trabajo de graduación. Universidad de El Salvador, 1995.

Tabla No. 13. Datos útiles para la elaboración de la teja.

Concepto	Parámetro	
	Arena de río	Arena de mina
Tipo de Arena	Arena de río	Arena de mina
Trabajabilidad	17.9 cm	16.2 cm
Dosificación (en volumen)	1:2.64	1:2.64
Cantidad de cemento	42.5 kg.	42.5 kg
Cantidad de arena	112.2 kg	112.2 kg
Cantidad de agua	46.41 lts	46.41 lts
Relación A/C	0.69	0.55
Humedad óptima	11.42%	4.93%
Resistencia a la flexión	3.18 kg/cm ²	1.97 kg/cm ²
Porcentaje de absorción	3.18%	1.97%
Granulometría	que pase la malla No 4	que pase la malla No 4

II. Elaboración de las Tejas

Procesamiento de la mezcla como materia prima

Procesamiento de la arena como materia prima:

Habiendo elegido la arena y estimado la cantidad a utilizar, se retiran todas las impurezas que esta contenga y se deja secar al aire libre expuesta al sol, para luego ser tamizada por la malla No 4 (abertura 5 mm).

Preparación de la mezcla:

Revoltura manual: se coloca la arena en una superficie plana y limpia, se extiende sobre la superficie y se riega el cemento gris Pórtland tipo I, esparciéndolo de manera uniforme sobre la arena; se revuelve con palas unas cuatro veces continuas hasta obtener una distribución homogénea de todas las partículas; se extiende nuevamente sobre la superficie de trabajo; se riega el agua de mezcla, ésta se aplica rociando con una regadera metálica; se revuelve nuevamente con las palas hasta que todas las partículas tengan un color de tono de gris uniforme y la mezcla se vuelve un poco "plástica". La cantidad de agua a utilizar se especifica en la tabla No 13. Inmediatamente después de hecha la mezcla se realiza el ensayo de trabajabilidad para tener en cuenta la

facilidad del manejo de la mezcla, el procedimiento de este ensayo se explica en anexo No 2.

Moldeado y vibrado de la mezcla.

Sobre la mesa vibradora se coloca un paño de plástico transparente delgado, como se muestra en figura No. 35, y se cierra el marco metálico que sirve para dar forma al perímetro de la teja. Se coloca la mezcla "plástica" sobre el paño utilizando la cuchara medidora, agarrando una cantidad suficiente para llenar el molde de la teja y se acomoda en los límites que corresponde a las medidas de la teja, tal como lo muestra la figura No. 36. Luego se efectúa el proceso de vibrado durante 35 segundos para asentar y consolidar la mezcla o hasta cuando empieza a aparecer cierta película de agua que espejea en la superficie de la teja o exudación, finalizando así el vibrado. El lienzo de mezcla así preparada se desmonta en la máquina vibradora y se traslada al molde acomodándolo de manera que pueda tomar la forma que tendrá la teja procurando que no se fisure ya que al ocurrir esto se tendrían filtraciones en la teja, ver Fig. 37.

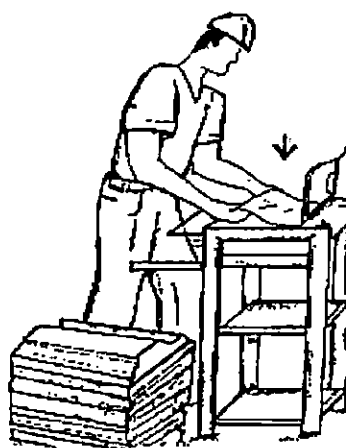


Figura No. 35. Colocación del paño plástico en la mesa vibradora.



Figura No. 36. Colocación de la mezcla, en el marco metálico que contiene el paño de plástico, el llenado se hace con la cuchara medidora.

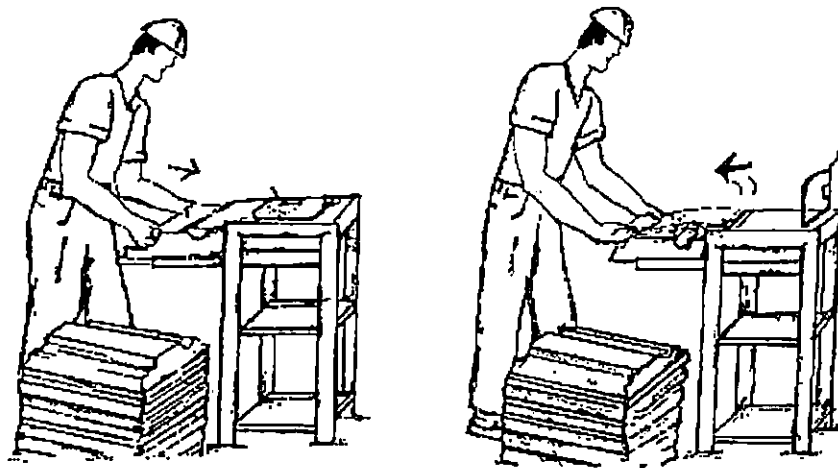


Figura No. 37. Traslado de la mezcla vibrada del molde de la teja

Curado de la teja en los moldes: para tener adecuado endurecimiento del mortero, este se debe curar como sigue: curado primario u horizontal, este comienza inmediatamente después que la teja ha sido moldeada, colocando una teja fresca sobre otra. Se apilan como se muestran en la figura No 38, para impedir la circulación del aire sobre ellas, conservando su humedad; se cubren con plástico negro después de los primeros 5

minutos de haberlas fabricado; todo esto, para garantizar el adecuado fraguado y endurecimiento de la teja durante las primeras 24 horas.

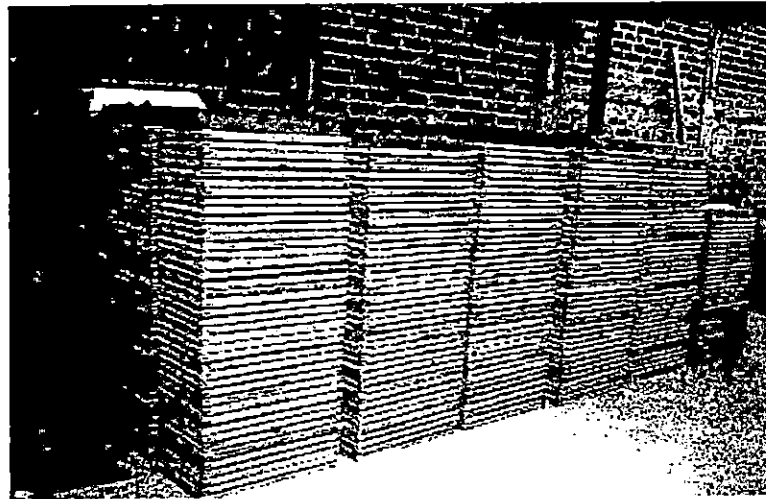


Figura No 38. Tejas apiladas en forma horizontal

Pasado este tiempo, las tejas se desmoldan y se dejan en un lugar fijo bajo techo, colocadas siempre en sentido horizontal. El molde y el paño de plástico deben limpiarse después de cada uso, eliminando los restos de mortero que tengan.

Curado secundario: las tejas en un lugar fijo en sombra se rocían con agua con regadera metálica durante 7 días; posteriormente, deben ser curadas al aire durante 20 días teniendo el cuidado de darles una protección de la acción directa de los rayos solares y de la circulación del aire, para evitar la evaporación rápida del agua; esto se consigue cubriendo todo con plástico negro. Estos tipos de curado se realizan debido a que el cemento alcanza su resistencia óptima a los 28 días.

Terminado los dos curados correspondientes, se almacenan de manera que queden inclinadas a lo largo de la teja, recostadas sobre la pared, una seguida de otra formando hileras.

Manejo y transporte de las tejas.

Al transportar las tejas al lugar donde serán colocadas en el techo; se debe tener cuidado dañarlas durante su trayectoria, se transportan colocándolas en forma vertical, en fila, preferiblemente en grupos y apretadas para que no se golpeen unas con otras.

III. Entejado del Techo

Estructura de techo de madera.

Tradicionalmente se usa como estructura de techo para soporte de las tejas, la madera; la cual es colocada como sigue:

Por ejemplo en una media agua de techo, en la finalización de la pared o solera corona, se coloca una base de cuartón sostenida con pines doblados de varilla de 3/8" de diámetro, en el cual descansa un en reglado de madera hecho de costanera y regla pacha, estas últimas se colocan en forma perpendicular sobre las costaneras espaciadas con una longitud menor que la longitud de la teja. Ver figura No 5 de capítulo No 1. Pág. 31

Colocación de la teja en la estructura de madera:

Este procedimiento se comienza de abajo hacia arriba, dejando en la parte inferior del techo un saliente mínimo de 50 cm llamado alero. La primera capa está formada por tejas colocadas con los bordes hacia arriba, formando un canal, y la segunda capa lo constituyen las tejas con los bordes hacia abajo, formando así la cobertura, colocadas entre los espacios libres dejados por la primera capa. Ver figura No. 5 del capítulo No. 1. Pág. 31

Es conveniente traslapar las tejas tanto longitudinal como lateralmente con una longitud mínima de 10 cm. Ver figura No 5 de capítulo I.

En techos de dos aguas, para formar la cumbre, se emplean tejas que van pegadas entre si con mortero.

Estructura de techo metálica.

El techo metálico es otra opción que puede ser de mayor costo, su estructura es la siguiente:

En la finalización de la pared o solera corona se coloca polín C de 6", el cual va soldado en sus uniones, luego se coloca como base el polín C de 4" soldado al polín C de 6" espaciado a cada 2.0 m. aproximadamente, para luego poner el polín espacial hecho con varilla de 3/8" perpendicularmente sobre el polín C de 4" y espaciado a un ancho no mayor que la longitud de la teja.

Colocación de la teja en la estructura metálica:

El procedimiento es similar a la colocación en la estructura de madera, con la diferencia que al colocar las tejas en la estructura metálica, éstas van sujetas al polín espacial por medio de alambre de amarre que atraviesa la teja en su parte cóncava, por una perforación que se realiza con taladro utilizando una broca de 1/4" .

IV. Notas técnicas

Mano de obra en elaboración de teja

Esta no es especializada; el tejero o un albañil conoce de elaboración de mezclas de morteros para elaborar teja, y un mecánico puede elaborar los moldes metálicos para las tejas . Con una o dos personas de ayudantes se puede hacer el curado y el transporte de las tejas al lugar de colocación; el personal a utilizar dependerá de la cantidad de tejas a elaborar simultáneamente.

Ventajas

El costo neto de fabricación de las tejas de micro concreto tiene un precio menor de un que las cubiertas comerciales existentes, por lo cual puede competir en el mercado local, favoreciendo en gran parte a la población de bajos recursos económicos.

Recomendaciones

Mantener un buen control en las pruebas de los agregados y en el proceso de elaboración de la teja, con el propósito de obtener un producto de primera calidad sin incrementar su costo.

2.3.1.3 Características técnicas

Características Geométricas

Ancho total	25 cms
Largo	50cms
Espesor	8.0 mm

Características Físicas

Peso por unidad	2.5 kg
Absorción	3.18%

Características Mecánicas

Resistencia a la flexión (MR)	50 kg / cm ²
-------------------------------	-------------------------

2.3.1.4 Especificaciones técnicas.

- La estructura de soporte para la cubierta de techo será una tarima de madera o metálica según lo indica la guía No 11.
- La colocación de la teja se comenzará de abajo hacia arriba, dejando en la parte inferior del techo un saliente mínimo de 50 cm (alero). Aplicar mortero de cemento-arena en las tejas que conformen el alero; así como en las juntas entre tejas y paredes.
- Traslapar las tejas, tanto longitudinalmente como transversalmente con una longitud mínima de 10 cm.
- La pendiente mínima para el techo de tejas será de 25%, debido a que la teja trabaja como un canal abierto y por lo tanto la pendiente no debe ser muy suave y así evitar filtraciones o estancamientos de agua.

INSTALACIONES HIDRÁULICAS

2.4 INSTALACIONES HIDRÁULICAS PARA AGUAS NEGRAS Y AGUAS LLUVIAS.

Toda vivienda requiere un sistema de tuberías que evacue las aguas negras y las agua lluvias hacia el exterior, las tuberías hechas de suelo cemento, diagrama No 15, se pueden elegir según el diseño o diámetro de 4", 6" u 8". Así el diagrama de la guía operativa No 12 propone la fabricación de las tuberías que comúnmente se usan en cualquier vivienda; de ahí que con tierra blanca, cemento, agua y con esfuerzo propio, se pueden obtener a bajo costo los tubos de drenaje del interior de la vivienda o la comunidad.

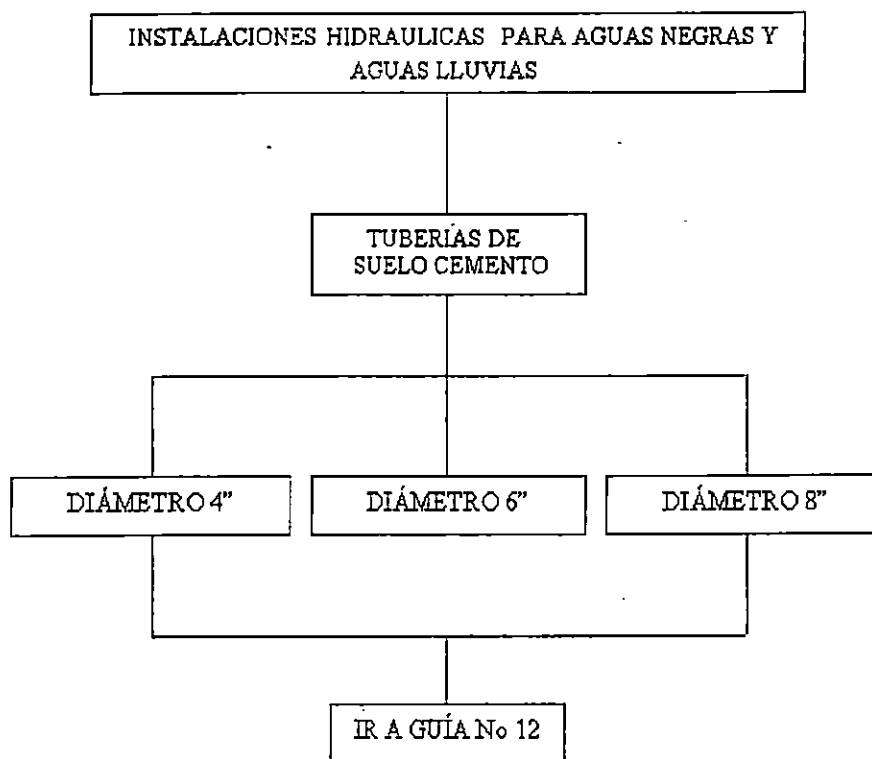


Diagrama No 15.

2.4.1 Guía Operativa No 12: Fabricación de tuberías de suelo cemento para la conducción de aguas negras y agua lluvia en vivienda.

2.4.1.1 Uso de la guía.

Para evacuar aguas que ya fueron utilizadas, o desechos, se pueden utilizar tuberías de suelo cemento ya que tiene la ventaja de ser fácil elaboración y ser de bajo costo. La tierra blanca, el cemento y el agua, son de fácil obtención para hacer suelo cemento y tuberías. La guía operativa No 12 describe cómo hacer tubos, de espesores delgados, cilíndricos y alargados de 1.20 m de longitud (incluyendo la balona) y diámetros variables según la capacidad requerida. Una de las propiedades mecánicas de las tuberías de suelo cemento es su resistencia al aplastamiento de 968.5 kg/cm^2 a 1800 kg/cm^2 , capaz de soportar un espesor mínimo de 1.5 m de profundidad, y el tipo de suelo empleado para lograr los propósitos de ésta guía es suelo limo arenoso (tierra blanca). Tabla No 14. Cuando haya producción masivas de las tuberías, se recomienda elaborar una planta de producción como se muestra en el anexo A-6.

El uso de la guía No 12 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

De acuerdo con el apartado I de ésta guía, se puede hacer tubería de 8" usando cuatro partes de tierra blanca (suelo limo arenoso, SM) y una de cemento o sea proporción de 4:1; así que a $1 \frac{3}{4}$ sacos de tierra blanca (1700 Kg.) se le agrega una bolsa de cemento (42.5 Kg.) y $2 \frac{1}{2}$ latas de agua (63.75 lts), con lo cual se conforma una relación agua / cemento de 1.0, propia para obtener la calidad que se necesita, con la dimensiones correspondientes del tubo, tabla No 14.

En el apartado II de esta guía se establece el proceso de elaboración de la tubería, preparado de la mezcla, vaciado en el molde metálico, desmoldado y curado de cada uno de las tuberías. La instalación de las tuberías elaboradas para conformar los tramos de tuberías que permitan la evacuación de las aguas se determina en el apartado III. Los procesos de los apartados II y III se detallan en el diagrama de procesos No 16.

La mano de obra recomendada se indica en el apartado IV; así como las ventajas de usar este material y las recomendaciones para obtener buenos resultados.

Si se tuviera una producción simultánea de tuberías de suelo cemento, se recomienda establecer una planta de fabricación, con la cual se tendría una mayor capacidad de producción. Ver anexo A-6 donde se muestra los pasos secuenciales del funcionamiento de la planta de fabricación de tuberías de suelo cemento.

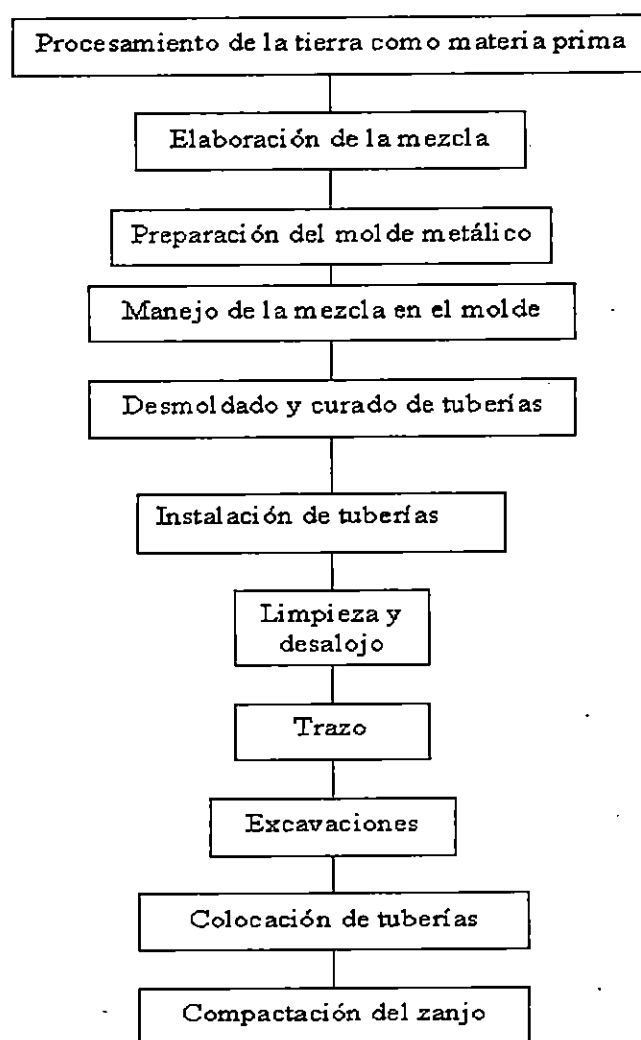


Diagrama No 16. Proceso de guía No 12

2.4.1.2 GUÍA OPERATIVA No 12

Fabricación de tuberías de suelo cemento para la conducción de Aguas Negras y Agua Lluvia en viviendas.²⁷

I. Datos Generales

- Producto : Tubería elaborada de Suelo Cemento
- Aplicación : recolección de aguas negras y aguas lluvias en viviendas de bajo costo, vivienda marginal y vivienda rural.
- Dimensiones : L = 1.2 m, E = 1.2 cm, ϕ = 10.16 cm
- Materia prima : cemento Pórtland tipo I, tierra blanca y agua limpia.
- Equipo y herramientas: palas, baldes o cubetas, moldes metálicos para tubería, varilla $\frac{1}{4}$ " y cono de revenimiento.
- Costo por unidad : ϕ 7.76 para diámetro de 4", ϕ 9.60 para diámetro de 6" y ϕ 13.74 unidad para diámetro de 8".
- Datos técnicos : La tabla No.14 muestra los datos útiles para elaborar tuberías de suelo cemento.

Tabla No. 14. Datos útiles para fabricar tuberías de suelo cemento

Concepto	Parámetros		
	4"	6"	8"
Diámetro de tubería	4"	6"	8"
Tipo de Suelo	Limo arenoso (SM)	Limo arenoso (SM)	Limo arenoso (SM)
Dosificación en volumen	3:1	4:1	4:1
Cantidad de tierra blanca	127.5 kg	170.0 kg	170.0 kg
Cantidad de cemento	42.5 kg	42.5 kg	42.5 kg
Cantidad de Agua	51.0 lts	63.75 lts.	63.75 lts.
Relación a/c	1.0	1.0	1.0
Diámetros de la granulometría	de 5 mm a 8 mm	de 5 mm a 8 mm	de 5 mm a 8 mm
Porcentaje de absorción	22%	22%	22%
Resistencia al aplastamiento	1,800.1 kg/cm ²	1127.3 kg/cm ²	968.50 kg/cm ²
Longitud	1.2 m	1.2m	1.2m
espesor	8mm	8mm	8mm

²⁷ Adaptado de Rafael Ángel Martínez Bonilla. "Estudio Sobre La Fabricación de Tuberías de Suelo Cemento". Trabajo de graduación, Universidad de El Salvador, 1989.

II. Elaboración de tuberías

Procesamiento de la tierra blanca como materia prima.

Almacenaje de la tierra blanca:

La tierra blanca es arrancada del banco de préstamo con pico y pala, para transportarla al lugar de producción, luego es almacenada como un domo cubriéndola con plástico negro con el fin de reposar para su estabilización natural.

Preparación de tierra blanca:

Una vez se tiene suelto el suelo, se tamiza haciéndolo pasar por una malla cuya abertura permita un tamaño del grano entre 5mm.a 8 mm; se debe tener cuidado que el suelo esté libre de materia orgánica, basura u otro contaminante.

Elaboración de la mezcla:

Habiendo tamizado los 170 kg. ó 127.5 kg. según la dosificación a utilizar de tierra blanca, ésta se extiende en capa delgada en una superficie limpia y firme, se añade 45.2 Kg. de cemento, (una bolsa) polvoreándolo uniformemente sobre toda el área de tierra blanca extendida. Revolver bien la mezcla a humedad natural, con palas, hasta obtener uniformidad en la revoltura, agregar el agua necesaria hasta obtener una mezcla trabajable y consistente; teniendo cuidado de no agregar agua en exceso, para poder obtener la resistencia necesitada en las tuberías así como para evitar la retardación del fraguado. Se traslada la mezcla al lugar donde está el molde ya preparado.

Fabricación del tubo.

Preparación del molde metálico:

Antes de armar el molde con todas sus partes, a la superficie interna se le pasa un trapo empapado de aceite quemado en su interior, para evitar la adherencia de la mezcla con el molde y facilitar el retiro de éste sin dañar el tubo.

Manejo de la mezcla en el molde:

El molde debe armarse y colocar en forma vertical, según figura No. 13 del capítulo No. 1 luego depositar la mezcla en los moldes en capas. Cada capa a colocar en el molde se compacta con la ayuda de una varilla de 3/8", varillando unas 10 veces de tal manera que se logre buena adherencia entre capa y capa.

Formar la balona (parte superior del tubo que encaja con el extremo del inferior del otro tubo) auxiliándose con la corona, la cual se coloca sobre la mezcla final mediante giros y presionarlo.

Curado y desmoldado:

El conjunto (molde-tubo) se traslada al lugar donde se retirará el molde, debiendo ser este un lugar techado, donde el tubo tiene que permanecer por 24 hrs.

Curar los tubos durante tres días humedeciéndolos tres veces al diarias. Pasados los tres días de curado el tubo está listo para ser utilizado.

III. Instalación de tuberías para recolectar y conducir aguas negras y agua lluvia.

Limpieza y desalojo

Como la tubería se instala linealmente, se realiza la limpieza en una área no menor de unos dos o tres metros a lo largo de la trayectoria donde se colocarán los tubos, y se excavará la zanja.

Trazado.

Con la superficie limpia, se traza la trayectoria donde irá la tubería, esto se hace colocando niveletas de madera (costanera) con el nivel o cota correspondiente, a cada 10 m si el terreno es plano, o a menor distancia si el terreno es muy quebrado, con lo cual se consiguen las pendientes de cada tramo. Comprobar los niveles, y trazar en el suelo el ancho de la excavación.

Excavaciones.

Esta se desarrolla utilizando peones; con palas y piochas se va excavando y desalojando lateralmente la tierra excavada y la pendiente a desarrollar utilizando un escantillón con forma de "L" hecho de regla pacha, costanera o riostra, además se limpia bien la zanja y se hacen los chequeos correspondientes a profundidad y pendientes; el fondo y los laterales de la excavación quedarán limpios y nivelados para correcta colocación de los tubos, generalmente la profundidad requerida para acometidas de aguas lluvias es menor que para aguas negras.

Instalación de tuberías de suelo cemento.

Las tuberías se colocan una detrás de otra en fila, cabeza y balona, posteriormente se unen y se van sellando mediante una mezcla de mortero con cemento, zulaqueando con la punta de la cuchara dejando un sello que garantice que no se separe la unión hecha, así quedará instalada toda la línea en la trayectoria de descarga de las aguas hasta llegar a las respectivas cajas de recepción o control.

Compactación del zanjo para tuberías.

Una vez instalados los tubos se deja que sequen durante 1 día para que no se dañen las juntas, luego se procede a compactar sobre el lomo del tubo en capas de 10 cm a 15 cm apisonando bien hasta llegar a nivel de piso, para ello se puede ocupar compactador manual o mecánico.

IV. Notas técnicas para uso de tuberías de suelo cemento.

Mano de obra

La mano de obra para la elaboración de los tubos requiere entrenamiento; así, se consigue laborar 32 tubos por persona en 8 horas.

Ventajas

Esta tubería resulta más barata que las comerciales, y a más bajo costo se consigue sanear las comunidades eliminando estancamientos de agua que corren superficialmente al no tener por donde sacarlos, esto mejora las características físicas de la vivienda, así como la salud de las personas que las habitan.

Recomendaciones

Tener cuidados al transportar el molde hasta el sitio de curado, así mismo los tubos en uso o en la bodega, para que no se averíen o se quiebren.

2.4.1.3 Características técnicas.

Características Geométricas

Espesor	1.2 cm
Largo	1.2 m
Diámetro	10.16 cm

Características Físicas

volumen interno tubería	6485.87cm ³
peso de la tubería	18.4 kg
Absorción	22.00%

Características Mecánicas

resistencia promedio al aplastamiento	1800.1 kg/m
---------------------------------------	-------------

2.4.1.4 Especificaciones técnicas.

- En la instalación de las tuberías para la recolección de aguas negras en viviendas de 10 – 15 personas usar tuberías de 4” a 6” de diámetro.
- En la colocación de las tuberías, se unirá la balona (o campana) de un tubo con la espiga del otro, los cuales serán de igual diámetro, la unión deberá estar completamente húmeda ya que esta se ligará a una pasta de cemento puro y se recubrirá la parte externa de la balona en el otro tubo con mezcla de suelo cemento de igual proporción a la usada en la elaboración de las tuberías.
- La balona quedará en posición de recibir la dirección en que corren las aguas, esto es espiga – campana. Las tuberías no trabajaran a presión, ya que no han sido fabricadas para resistir presiones, aún cuando el tubo esté lleno, trabajarán como canales abiertos.
- En la instalación de tuberías para aguas lluvias en vivienda mínima el diámetro mínimo de tubería a utilizar será de 6”.
- Todas las tuberías se colocarán de modo que reposen en toda su longitud en el terreno compactado y aún más conveniente se le dará al apoyo la forma de media caña.
- La pendiente para las tuberías tanto de aguas negras como aguas lluvias será como mínimo el 1% y como máximo el 3%.

OBRA DE RETENCIÓN EN TALUDES

2.5 OBRA DE RETENCION EN TALUDES

En un terreno donde la orilla es un talud, es conveniente proteger o retener la tierra que tiene la posibilidad de caer o erosionar. Generalmente se usan muros de protección y de retención que ayudan a mantener la forma de una ladera o el extremo de terraza que se van escalonando según se recupere terreno útil cuando éste es quebrado, con el fin de hacer el mejor uso y obtener su máximo beneficio. De ahí que un muro hecho con recursos del lugar, tierra blanca, puede ser de mínimo costo. Así, el diagrama No 17 ilustra, que se pueden construir muros de suelo cemento utilizando la guía operativa No 13, en la cual se desarrollan los correspondientes procedimientos.

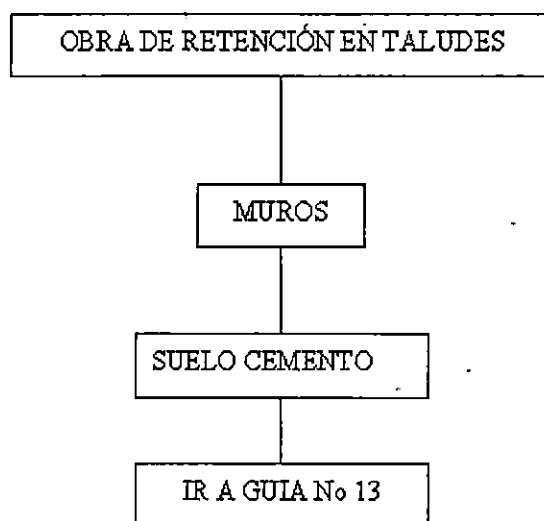


Diagrama No 17.

2.5.1 Guía Operativa No 13: Fabricación de muro de retención en taludes utilizando suelo cemento.

2.5.1.1 Uso de la guía.

Otra aplicación del suelo cemento es en la construcción de muros de retención. La resistencia a la compresión que tiene la mezcla de suelo cemento endurecido, es 57.60 kg/cm^2 a los 28 días, la resistencia al esfuerzo cortante es de 15.42 kg/cm^2 , según tabla No 6.

Los muros de retención hechos de suelo cemento, son una alternativa más en el sostenimiento de taludes, cuando el terreno presente grandes cambios de pendiente, cambios de nivel abruptos o recuperación e terreno, estos se construyen tal como lo sugiere la guía No 13.

El uso de la guía No 13 en forma prontuaria en este manual se realizará como sigue:

La tierra blanca, suelo areno limoso, se pasa por la malla No 4, se procede a elaborar la mezcla de suelo cemento según las proporciones indicadas en la tabla No 15 de la guía operativa No 13 en el apartado I; además, este apartado indica los materiales y equipo necesario a utilizar para la elaboración del suelo cemento que servirá en la elaboración del muro de retención..

El apartado II y III, con llevan respectivamente a la explicación del proceso de elaboración del suelo cemento para el colado del muro de retención y la posterior colocación en el molde para la hechura del muro conformado sobre el talud. Esta última parte describe como hacer el trazado, excavación y posterior fundación con la mezcla de suelo cemento, ver diagrama de proceso No 18.

El último apartado o sea IV proporciona ventajas y recomendaciones pertinentes a la construcción del muro de retención elaborado con suelo cemento; así como la mano de obra recomendada para la construcción del mismo.

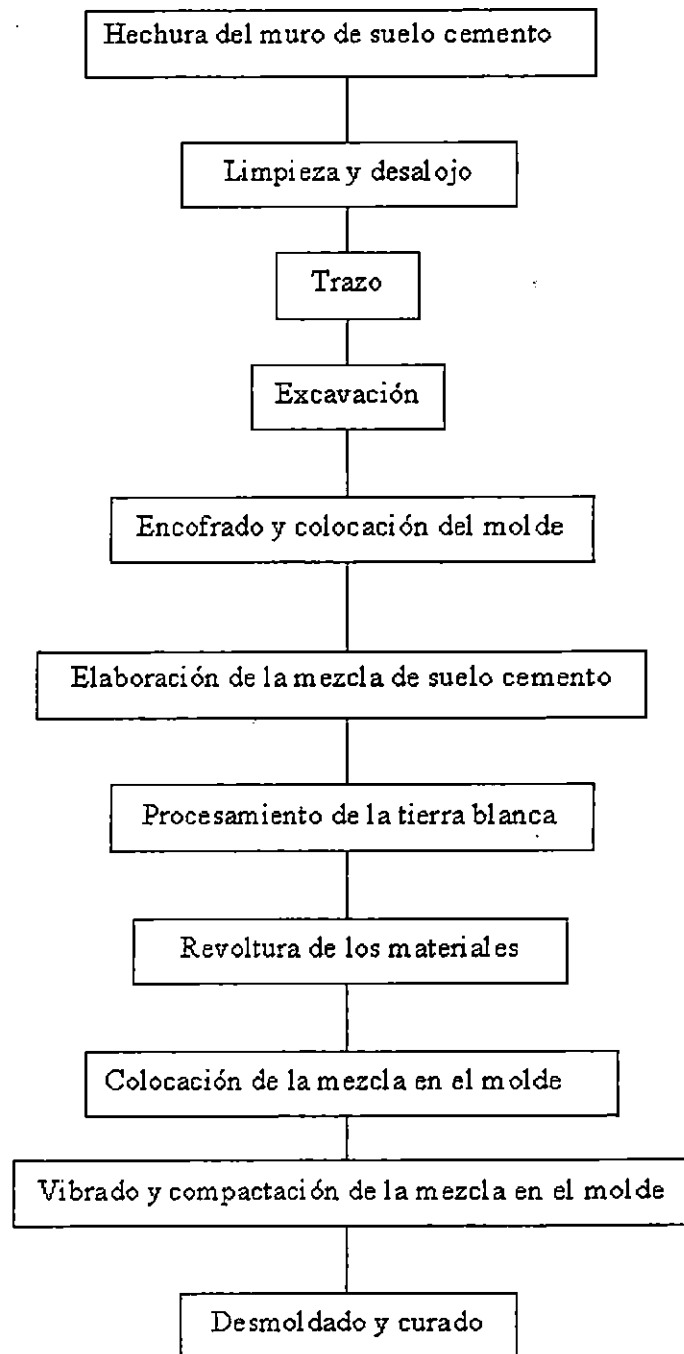


Diagrama No 18. Proceso de guía No 13

2.5.1.2 GUIA OPERATIVA No 13

Fabricación de muro de retención en taludes utilizando suelo cemento.²⁸

I. Datos Generales

- Producto : muro hecho de suelo cemento
- Aplicación en : en la retención de tierra que tiene posibilidad de caer por cualquier causa o como muro auxiliar en la construcción de obras.
- Materia prima : cemento Pórtland tipo I, tierra blanca y agua.
- Equipo y herramienta : palas, piochas, carretillas, madera para molde, nivel, codal, escantillón, clavos, cordel y vibrador de aguja.
- Costo : ¢ 298.10/ mt³
- Datos técnicos : En la tabla No. 15 se muestran los datos útiles para la elaboración de mezcla de tierra blanca y cemento para la fabricación de muros.
- El proporcionamiento de materias primas se presenta en peso.

Tabla No. 15. Datos útiles para la elaboración de la mezcla de suelo y cemento.

Concepto	Parámetros		
	Areno Limoso (SM)	Limo arenoso (ML)	Limo (M)
Tipo de suelo			
Porcentaje de humedad	29.0%	42.0%	43.0%
Tierra blanca	510 kg	513.96kg	575.26 kg
Agua	9.78 lts	12.84 lts	12.84 lts
Cemento	42.5 kg	42.83 kg	47.94 kg
Relación agua/cemento(a/c)	0.23	0.30	0.26
Revenimiento de la mezcla	5" más ó menos 1"	5" más ó menos 1"	5" más ó menos 1"
Proporción	1: 12	1: 12	1: 12

Adaptada de "Estudio de suelo cemento semifluido para la construcción de muros de retención", Pág. 100.

²⁸ Adaptada de trabajo de graduación : "Estudio de suelo cemento semifluido para la construcción de muros de retención y pilas" José Javier Cardoza López y otros. Universidad de El Salvador, 1995.

Tabla No 16 : Propiedades mecánicas para una mezcla de arena limosa proporción 1:12 pasada por la malla No 4 hecha en cilindros de prueba.²⁹

Propiedad	28 días de edad
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	57.60
Resistencia a la tensión (kg/cm ²)	9.45
Resistencia al cortante (kg/cm ²)	15.42
Peso volumétrico (kg/m ³)	1457.40
Porcentaje de absorción	27.28%

II. Elaboración de Suelo cemento para muros

Procesamiento de la Tierra blanca como materia prima

Procedimiento: el suelo, de preferencia arena limosa o tierra blanca, se pasa por la malla No. 4 para eliminar grumos y gravas de pómez, ya que los primeros al no penetrarles el cemento, producen zonas de bajas resistencias, mientras que los segundos dificultan el libre movimiento de las aspas de la mezcladora, en caso de revoltura mecánica, y dan baja resistencia.

Preparación de la mezcla

Proporcionamiento: la proporción recomendada, es una parte de cemento y doce de tierra blanca (1:12) ; inicialmente se mezclan el agua y el cemento durante un minuto en una mezcladora de eje horizontal preferentemente.

Posteriormente se agrega el suelo y se revuelve durante otros 5 min.

Se debe controlar la trabajabilidad de la mezcla utilizando el cono de revenimiento en cada bacheada, debiendo dar una altura de $5'' \pm 1''$, con lo cual se garantizará que se tiene buena relación agua cemento, o sea dentro de los parámetros de diseño establecido en la tabla No 15

²⁹ Hechos de moldes metálicos de altura de 12 pulgadas y diámetro de 6 pulgadas.

Tabla No 16 : Propiedades mecánicas para una mezcla de arena limosa proporción 1:12 pasada por la malla No 4 hecha en cilindros de prueba.²⁹

Propiedad	28 días de edad
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	57.60
Resistencia a la tensión (kg/cm ²)	9.45
Resistencia al cortante (kg/cm ²)	15.42
Peso volumétrico (kg/m ³)	1457.40
Porcentaje de absorción	27.28%

II. Elaboración de Suelo cemento para muros

Procesamiento de la Tierra blanca como materia prima

Procedimiento: el suelo, de preferencia arena limosa o tierra blanca, se pasa por la malla No. 4 para eliminar grumos y gravas de pómez, ya que los primeros al no penetrarles el cemento, producen zonas de bajas resistencias, mientras que los segundos dificultan el libre movimiento de las aspas de la mezcladora, en caso de revoltura mecánica, y dan baja resistencia.

Preparación de la mezcla

Proporcionamiento: la proporción recomendada, es una parte de cemento y doce de tierra blanca (1:12) ; inicialmente se mezclan el agua y el cemento durante un minuto en una mezcladora de eje horizontal preferentemente.

Posteriormente se agrega el suelo y se revuelve durante otros 5 min.

Se debe controlar la trabajabilidad de la mezcla utilizando el cono de revenimiento en cada bacheada, debiendo dar una altura de 5" ± 1", con lo cual se garantizará que se tiene buena relación agua cemento, o sea dentro de los parámetros de diseño establecido en la tabla No 15

²⁹ Hechos de moldes metálicos de altura de 12 pulgadas y diámetro de 6 pulgadas.

III . Hechura de muro de retención a base de suelo cemento.

Limpieza y desalojo.

La superficie del suelo donde se va a construir el muro debe estar limpia y libre de maleza o ripio existente, desalojando el área circundante dentro de los límites que abarca el muro y el área a retener así como la de trabajo.

Trazado.

La fundación se puede trazar en tramos de 3 m de longitud del muro, ya que en esa misma medida, por conveniencia del molde, se realizarán los tramos de muro hasta llegar a su longitud total. El proceso consta primero de la colocación de una niveleta hecha de cuarterones y regla pacha en la base o pie de talud donde se construirá el muro; paralela a esta actividad se hace un corte entre 12° - 20° según el caso a partir de la base de talud hacia dentro del mismo, colocando un sistema de contención provisional para detener el talud mientras se construye el muro. Una vez colocadas las niveletas se traslada la cota de elevación desde un banco de marca conocido para luego trasladar los niveles a lo largo del tramo de longitud del muro, definiendo así la cota de fondo a lo largo del mismo, en cada tramo.

Excavaciones³⁰.

Luego del trazo de la fundación de muro, se procede a excavar para colocar la base, según el detalle y las dimensiones del diseño (Ver figura No 39). Para ello se procede a delimitar el trayecto a excavar utilizando una marca en el suelo por debajo de la niveleta que indique lo largo y ancho de la excavación. El volumen total a excavar depende de la dimensión de la base del muro (ver figura No 39). Se procede a excavar con unas dos o tres personas que, primero con una piocha piquen o excaven el suelo natural; posteriormente se saca el material a la orilla del zanja que se está excavando

³⁰ Cualquier muro a construir, requiere un estudio de suelo para establecer la profundidad de la excavación así como garantizar la resistencia del suelo de fundación, en base a lo cual se garantiza la estabilidad del muro, que no falle por volteo o deslizamiento u otro fenómeno local.

utilizando palas para esta labor. Finalmente se verifica el nivel de profundidad que tendrá la base del muro y se conforma bien el zanjo excavado principalmente en los bordes del mismo. Se revisa la posición de las niveletas guías y cordeles para colocar los moldes correspondientes o hacer los emplantillados previos que se han indicado.

Esto se realiza teniendo el cuidado de conformar la superficie estable para obtener una buena base. Si hay mejoras en la base se deben realizar según se indique, previo a realizar la fundación propiamente dicha.

Fundación de muro de suelo cemento.

Encofrado o colocación del molde para la pantalla de muro.

Hacer preferentemente moldes para el tramo de una longitud de 3 m. Para el encofrado del muro, con moldes de madera se utiliza tabla y cuarterones los cuales serán dispuestos de la manera indicada en los esquemas de las figuras 40 y 41. Se colocan primero los tableros frontales (figura 40) y posteriormente los laterales (figura 41). Se tendrá el cuidado de asegurar bien el molde con alambre de amarre y clavos, utilizando balules de prefencia, para que al hacer el lleno pueda resistir la presión del vibrado de la mezcla.

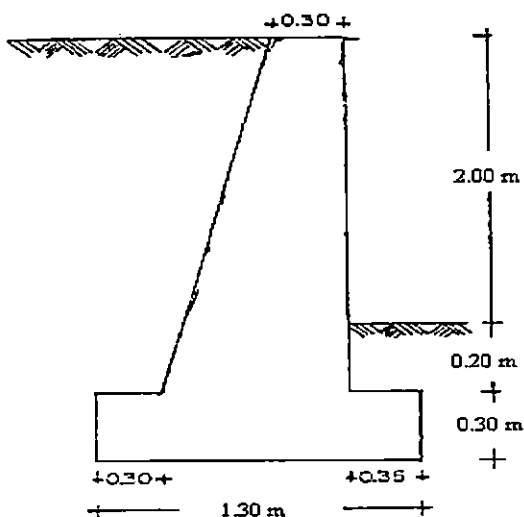


Figura No 39. Dimensiones del muro.

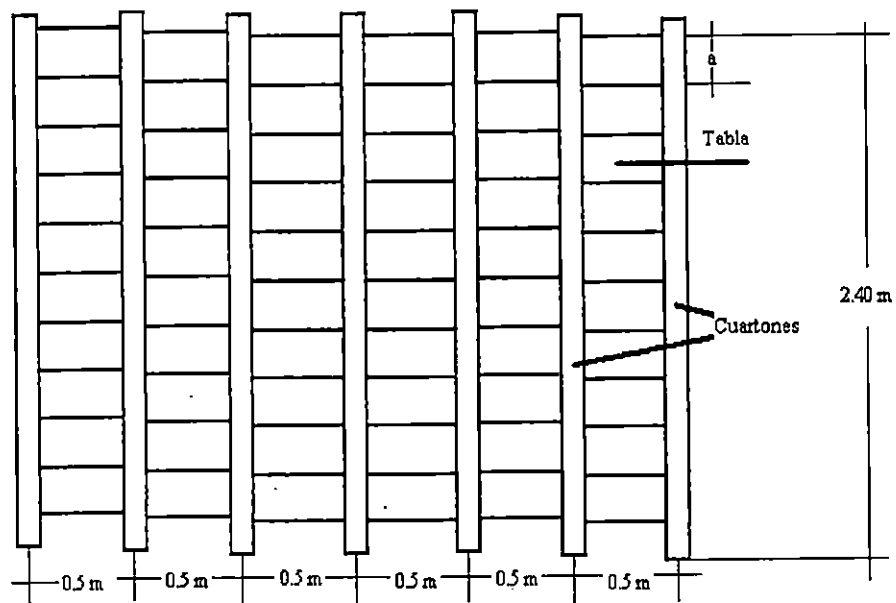


Figura No 40. Parte del molde de tableros frontales del muro.

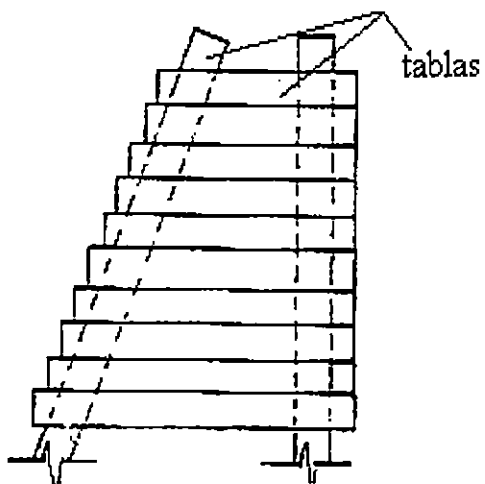


Figura No. 41 Sección del molde de tableros laterales del muro.

Colado del muro con mezcla de suelo cemento

Teniendo el molde colocado y la mezcla necesaria de suelo cemento elaborada, se procede a colar el muro, el proceso de vaciado de la mezcla se puede hacer con cubetas.

Vibrado y compactación de la mezcla.

A continuación es necesario vibrar durante 1 minuto con un vástago de 7/8" ó 2", para lograr adecuada compactación y vibración uniforme de cada parte de la mezcla depositada. Durante el proceso de colocación de la mezcla se debe vibrar entre la capa superior y anterior de la colocación del material, con una penetración de por lo menos 2" para eliminar las juntas entre capas .

No se debe exceder de 12 a 15 cm el espesor entre capa y capa de suelo cemento colada y vibrada.

Curado.

Una hora después del proceso de colocación del suelo cemento se debe de humedecer el muro por lo menos tres veces al día durante los primeros 7 días.

Desmoldado.

El muro se procederá a desmoldar después de los siete primeros días para no dañar la superficie de los paramentos, ya que normalmente la madera no se cepilla en los rostros Internos.

IV. Notas técnicas para uso en muros de retención de suelo cemento.

Mano de obra

La mano de obra recomendada y requerida para la elaboración del muro es de un carpintero y un albañil, además de auxiliares ayudantes para el llenado del muro.

Ventajas

Facilidad para obtener la materia prima, tierra blanca, para fabricación del muro en el lugar.

Buena trabajabilidad de la mezcla en los primeros 15 min., lo cual la hace de fácil colocación, buen control de vaciado y calidad de la estructura en moldeo mientras dure el proceso de vaciado.

Recomendaciones.

Utilizar arena limosa (SM), ya que esta alcanza las mayores resistencias con menor porcentaje de cemento.

Cepillar la madera, de molde e impregnarla con aceite quemado para su fácil desmoldado.

Diseñar moldes que faciliten el desmoldado rápido sin dañar la estructura y que permitan el mayor número de veces al usar este, ya que el costo del muro se ve notablemente afectado por el costo del molde.

2.5.13 Características técnicas

Características Geométricas

No posee una forma geométrica definida, ya que esta depende de las condiciones y dimensiones de diseño requeridas en el lugar.

Características Físicas

Porcentaje de absorción	29.90%
Peso volumetrico	1378.5 kg/cm ³

Características Mecánicas

Resistencia a la compresión	33.5 kg/cm ²
Resistencia a la tensión	9.45 kg/cm ²
Resistencia al cortante	15.42 kg/cm ²

2.5.1.4 Especificaciones técnicas

- La excavación donde irá la base del muro tendrá una profundidad de 60 cm, ésta será compactada para darle una mejor resistencia al suelo que soportará la estructura.
- A través del muro, se dejarán unos tubos de desagüe que actuarán de drenaje en el muro. Sobre el drenaje se construirá un terraplén de grava limpia que servirá de filtro al relleno del muro.
- Durante el proceso de colado del suelo cemento en la construcción del muro, se usará un vibrador con diámetro de vástago de 7/8" ó 2" para la compactación de la mezcla, el cual ayudará a que se asiente la mezcla en molde y no se den fisuras, espacios vacíos o colmenas en el muro debido a la falta de acomodamiento de la mezcla.

CONCLUSIONES

En la bibliografía de donde se extraen las guías técnicas , son imprecisas en las instrucciones que indiquen cómo elaborar los materiales, así mismo los procesos constructivos, guías para la utilización de los mismos; esto explica lo descriptivo de las guías.

Los datos generales de cada guía indican el costo del material; el cual se obtuvo en base al análisis de costo actualizado, pues el principal objetivo de las guías es mostrar los procesos que conlleven a la elaboración y uso de los materiales.

CAPÍTULO III
EJEMPLO DE APLICACIÓN AL USO DE LAS
GUÍAS OPERATIVAS

INTRODUCCIÓN

El capítulo IV consiste en el ejemplo de aplicación de las guías operativas para la construcción de una vivienda mínima; como primera parte se justifica el módulo habitacional escogido para la ejemplificación, también se muestran los planos representativos de la vivienda, donde se muestran las plantas arquitectónica, de fundación, eléctrica e hidráulicos y se explican cada uno de los espacios físicos de la misma. A continuación se presentan las especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo la construcción de la misma. Finalmente dentro del capítulo se presenta un resumen del presupuesto de la vivienda, detallado en partidas y por rubros; considerando el presupuesto con mano de obra local y también mano de obra contratada.

3.1 MÓDULO HABITACIONAL

3.1.1 Justificación del módulo.

La vivienda constituye el medio ambiente material en que debe desarrollarse la familia, unidad básica de la sociedad, sin embargo desde el punto de vista familiar, la vivienda no es solamente un refugio, ni es tampoco un conjunto de instalaciones domésticas, sino que incluye un número de servicios que vinculan al individuo y a su familia con la comunidad y ésta, con la región en que se desarrollan y progresan; así, para el desarrollo económico y social de una comunidad se debe poner especial énfasis en satisfacer la necesidad de vivienda.

Dentro de los parámetros que se toman en cuenta para analizar las condiciones físicas y ambientales de una vivienda se mencionan los siguientes:

- Se toma para la ejemplificación un módulo de vivienda de 5.80 m x 6.15 m el cual equivale a una área de 35.67 m², ésta cumple con el área mínima de construcción de una vivienda, ya que no puede ser menor de 30 m².³¹
- El área de ventilación e iluminación de la vivienda propuesta es de 23% del área total de la misma, por lo que cumple con los requisitos mínimos establecidos del 20%.³¹

- La vivienda tipo posee un inodoro y pila para lavar, cumpliendo con criterios de sanidad recomendados³¹.
- Estos requisitos para la vivienda, son también regulados y normados por instituciones otorgadoras de permisos de construcción y de salud pública, como el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), respectivamente. Por otra parte, hay instituciones que financian o construyen viviendas en el área rural y optan por las dimensiones del módulo escogido para la ejemplificación, por lo que se tienen experiencias actuales en esta dimensión para aplicarlo a una vivienda.

El área a utilizar para el desarrollo de la familia dentro de la vivienda tipo propuesta para el ejemplo, incluye las siguientes consideraciones:

- El número de habitantes a considerar para la vivienda es de 5 personas.
- La unidad habitacional propuesta es para una vivienda en las condiciones del área rural.
- El espacio interno de la vivienda propuesta tiene 24.36 m², el cual estará destinado en parte a uso para dormitorios, utilizando el 62.07% del área, si se utilizan tijeras de maderas (tipo de cama) con dimensiones de 1.88 m x 0.85 m forradas con lona, y dejando espacio para circulación entre ellas; el resto del área, 9.24 m², se utiliza como corredor interno de circulación, sala o comedor. Si se utilizan camas fijas con su base y colchón con dimensiones de 2.0 m x 0.8 m, el área a ocupar será del 64.74%, quedando un área libre de 9.58 m² para los casos especificados anteriormente.
- La zona de la vivienda conocida como corredores (área externa frontal) es un área que puede ser utilizada para ubicar cocina y comedor, el área destinada para ello es de 11.6 m².
- Se considera que en la parte interna de la vivienda (área de habitación) se pueden hacer divisiones provisionales para separar los espacios entre padres e hijos, y

³¹ Adaptado de "Saneamiento Ambiental". Rafael Peñaranda Baroni. Mc. Graw Hill, 1995

estos a su vez entre niños y niñas, en la medida que se vayan desarrollando físicamente, todo esto por situaciones de orden psicológico y cultural de la familia.

- El servicio sanitario se considera en la parte exterior de la vivienda y posee su propia evacuación hacia una fosa séptica.
- La pila para la limpieza es general, se coloca atrás de la vivienda justo al costado derecho de la misma.

3.1.2 Planos de la vivienda.

La ejemplificación de éste manual se hará utilizando los materiales de construcción no tradicionales como propuesta en la elaboración de una vivienda tipo, en la cual se usa para la construcción del módulo de vivienda descrito bloque hecho de piedra pómez, pues existen abundantes yacimientos de piedra pómez para elaborar el material necesario para la construcción de la vivienda, además de ser sencillo, ya que lo puede elaborar el propio dueño de la casa.

Para la cubierta de techo se presenta la alternativa de la teja de micro concreto utilizando estructura metálica como soporte de la cubierta. También se tiene la opción de colocación de tuberías de suelo cemento como medios de evacuación de las aguas negras.

Todos estos materiales se proponen con el objetivo de motivar a las personas a incorporarse a ser protagonistas de sus propias viviendas, elaborándolas con materiales que tienen a su disposición, creando fuentes de trabajo y desarrollo en sus comunidades.

Para un mejor entendimiento del módulo de vivienda propuesta se presenta en planos donde se detallan las dimensiones y los espacios destinados de la misma. En los planos se encuentra la siguiente información:

- Planta arquitectónica, en la cual se muestra la distribución de las áreas dentro de la vivienda.
- Planta de fundaciones, la cual detalla el tipo de fundación que llevará la vivienda y su respectiva distribución.

- Planta de techos, indica el tipo de estructura y cubierta de techo a utilizar, así como el espaciamiento que se debe dejar entre cada polín.
- Planta de instalaciones eléctricas, con su cuadro de simbología, donde se representan las instalaciones eléctricas que deberá poseer la vivienda.
- Detalles técnicos y estructurales de las paredes, en los cuales se indica el tipo de refuerzo a utilizar y el correspondiente del mismo.
- Detalles de las columnas a construir con su respectiva zapata donde se indica el tipo de acero de refuerzo a utilizar y sus espaciamientos, así como la profundidad de desplante que se usará para la excavación.
- Sección de vivienda y fachada principal, que muestra la vista frontal de la vivienda.

Ver planos en página No. 209

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.2.1 TRAZO

- Objeto del trabajo: en esta sección se considera todas las actividades de se deberán ejecutar para demarcar las rasantes y dimensiones de la construcción de la vivienda de acuerdo a las medidas marcadas en los planos.
- Materiales: todos los materiales requeridos para la ubicación deberán ser revisados y adecuados satisfactoriamente para obtener ubicaciones de líneas, puntos y niveles de acuerdo a lo requerido en los planos. Las regala pchas a utilizar, deberán cantearse y sus uniones presentarán un grado de rigidez tal que se mantengan los niveles en toda su longitud.
- Procedimiento de trazado: se trazará las rasantes y dimensiones de las construcciones de acuerdo con las medidas y niveles marcados en los planos y el sistema a utilizar será el de triangulación como se indica en la guía operativa No. 1.

3.2.2 CONCRETO LIGERO DE PIEDRA PÓMEZ

- Objeto del trabajo: esta sección comprende todos los trabajos relacionados con la construcción de las estructuras de concreto ligero que comprende: encofrado, colocación, curado, protección, desencofrado y resanado del concreto, así como para el detallado y colocación del acero de refuerzo.

Los materiales deben cumplir con las propiedades y resistencias descritas en los planos y en la guía operativa No. 2.

El concreto podrá ser fabricado en el lugar y deberá tener una resistencia a los esfuerzos de compresión no menor de 180 kg/cm^2 para soleras de fundación y columnas.

– materiales

Cemento: todo el cemento será Pórtland, tipo I, de conformidad con la norma de la ASTM C150 y será entregado en la obra en su empaque original y deberá permanecer sellado hasta el momento de su uso.

Las bolsas de cemento se colocarán sobre plataformas de madera levantadas 15 centímetros sobre el piso, y deberán ser estibadas lo más cerca posible unas de otras para reducir la circulación del aire, evitando ser apiladas contra las paredes de la bodega donde se almacenarán. Además, se ordenarán de tal forma que sean fácilmente inspeccionadas e identificadas según cada envío.

El cemento se dispondrá en pilas no mayores de diez bolsas para almacenamiento corto (menor de 10 días) y en pilas de no más de cinco bolsas para períodos mayores. No se utilizará cemento endurecido por almacenamiento o parcialmente fraguado.

Agregados: los agregados pétreos para el concreto ligero, cumplirán con las especificaciones de la norma ASTM C 330-77 (Agregados de peso ligero para concreto estructural), la granulometría de los agregados gruesos y finos deberá quedar siempre dentro de los límites indicados en las especificaciones ASTM C 330-77.

El agregado fino será arena de granos duros y estará libre de polvo, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otras impurezas para el concreto. Los agregados se almacenarán por separado y mantendrán en forma tal que se impida la mezcla entre ellos, la segregación de los mismos y la inclusión de materiales extraños.

Acero de Refuerzo: se deberá almacenar el acero en estantes que no toquen el suelo y proteger en todo momento de intemperie, así como detallar, cortar, doblar, soldar y colocar, todo el acero como lo especifican los planos.

El acero de refuerzo deberá estar libre de costras, de herrumbres sueltas, descascaradas, de aceite, grasa y otro recubrimiento que pueda destruir o reducir su adherencia al concreto.

El acero de refuerzo será grado 40 ó 60. Todas las varillas cumplirán las normas de la ASTM A-615, para acero corrugado. No se aceptarán varillas de grados y diámetros comúnmente conocidos como “comerciales”. El grabado de las varillas será de acuerdo a lo especificado en la misma norma de la ASTM A-615. Para la armadura de las diferentes piezas, se deberán seguir los detalles especificados en los planos.

Todos los dobleces y ganchos deberán ser hechos en frío. Los ganchos deberán ser de acuerdo a lo indicado en el Código de la ACI (Associate Concrete Institute) vigente. Todas las barras deberán colocarse y sujetarse firmemente, a manera de respetar las posiciones correctas mostradas en los planos.

- Fabricación del concreto ligero: todo concreto fabricado en la obra se hará utilizando una mezcladora, ésta se hará girar a la velocidad recomendada por el fabricante. El tiempo de mezclado para cada lechada no será menor de 1.5 minutos después que todos los materiales, incluyendo el agua, estén dentro del tambor. El tiempo de mezclado se prolongará hasta un máximo de cuatro minutos cuando las operaciones de carga y mezclado no produzcan la uniformidad de composición y consistencia requerida para el concreto. El concreto endurecido será rechazado.

La mezcladora no se cargará en exceso ni se les dará velocidad mayor que la que recomiendan los fabricantes. El concreto deberá fabricarse siguiendo las proporciones de diseño de la mezcla indicada en la Guía Operativa No. 2, a manera de obtener la resistencia especificada con su adecuación al campo. La mezcla obtenida deberá ser plástica y uniforme.

Cualquier mezcladora que produzca resultados insatisfactorios se dejará de usar inmediatamente, hasta que se repare o se sustituya por otra.

- colocación del concreto ligero: cuando la colocación del concreto sea sobre superficies de tierra, éstas deberán estar limpias, compactadas, humedecidas y sin agua estancada, sin aceite, lodo o cualquier tipo de desechos. Todas las superficies se humedecerán antes de colocar el concreto. No se usará ningún tipo de lechada previa.

3.2.3 ALBAÑILERÍA, REVESTIMIENTO Y PISOS

- objeto del trabajo: esta sección cubre todo lo relacionado con las obras de albañilería a ejecutarse en la construcción; comprende los trabajos relacionados con paredes y pisos, el trabajo incluye mano de obra, materiales, herramientas, utensilios y equipo. Se debe ejecutar estas obras de albañilería en concordancia con los planos y con lo que aquí se especifica.

- materiales

Mortero: los materiales a usarse en el mortero llenarán los siguientes requisitos:

Cemento: Pórtland tipo I, según especificaciones ASTM C 150. el cemento será entregado en el sitio en bolsas selladas por el fabricante; no se aceptará el cemento contenido en bolsas abiertas o rotas. Las diferentes marcas o clases de cemento deberán almacenarse separadamente.

Arena: (agregado fino); será de buena calidad, granos duros, libre de impurezas, además de los límites de graduación de las especificaciones ASTM C 144 y ASTM C 40.

Agua: será potable o de condición similar, fresca, limpia y libre de sustancias nocivas para el mortero.

El mortero a usar tendrá la proporción en volumen indicada en la siguiente tabla:

Tipo de obra	Cantidades	
	cemento	arena
Pegamento de ladrillo	1	3

La cantidad de agua que se usará en la mezcla será la necesaria para obtener un mortero plástico y trabajable.

No se deberá, por ningún motivo, batir mezcla en suelo de tierra, ni usar mortero que tenga más de 1 hora de preparación,

Cualquier pilada de mezcla que no esté de acuerdo con las condiciones apuntadas, será botada y no podrá ocuparse en la obra.

Pisos de concreto simple: los pisos concreteados sin refuerzo se construirán así: deberá colocarse sobre el suelo limpio libre de cualquier residuo orgánico y debidamente compactado, se vaciará el concreto con un espesor de 4 cm. El vaciado será en cuadros alternados de 1.00 x 1.00 m. aproximadamente o colocando "fajas" que permitan después codalear la superficie. El concreto que se usará en estos pisos tendrá una resistencia a la ruptura por compresión a los 28 días no menor de 140 kg/cm^2 . El acabado final del piso se hará con una llana metálica.

Estos pisos deberán quedar completamente a nivel o siguiendo los niveles mostrados en los planos, pero no deberán existir diferencias de nivel en las uniones.

La proporción en volumen a utilizarse es indicada en la siguiente tabla:

Tipo de obra	Cantidades		
	cemento	arena	grava
piso	1	2	4

- Paredes con bloques de piedra pómez: las paredes de este tipo deberán cumplir con los requisitos de la ASTM designación C-90-64-T para el tipo de bloque hueco.

Los bloques se colocarán con refuerzos verticales y horizontales tal como se muestra en los planos.

Las paredes se dejarán a plomo, alineadas correctamente para que la junta horizontal sea uniforme, Los bloques se colocarán sin mojarse, con un mortero de proporción 1:3 las juntas no podrán ser mayores de 1.5 cm. ni menores de 0.5 cm.

El trabajo será ejecutado en forma limpia y nítida, debiendo removerse diariamente las rebabas, derrames, chorretes y cualquier otro exceso de mortero.

No se permitirán bloques que no tengan como mínimo 28 días de edad. El acero de refuerzo será conforme a lo especificado en los planos respectivos.

Las juntas de los bloques de concreto serán lisas y se alisarán conforme se vayan construyendo.

El relleno de los huecos de las paredes de bloque (verticales y horizontales) se harán con concreto que tenga un revenimiento máximo de 15 cm y con una resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2 .

3.2.4 ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHO

- objeto del trabajo: esta sección comprende todos los trabajos relacionados con la instalación de la estructura y cubierta de la vivienda, conforme a lo indicado en los planos y en estas especificaciones.

- estructura metálica: las soldaduras en taller y en obra serán del tipo de arco eléctrico, ejecutado solamente por operarios calificados. Las superficies deberán estar libres de escamas sueltas, escorias, corrosión, grasa, pintura y cualquier otra materia extraña.

Toda estructura de acero, después de su fabricación, será limpiada perfectamente por medios eficaces, de escamas sueltas, oxidación, salpicaduras, escorias o

depósitos, fundentes, aceite, polvo y otras. Al finalizar la fabricación, recibirá dos capas de pintura anticorrosiva, una en el taller, la segunda en la obra y los retoques se harán después de instalada en la obra.

Los miembros terminados tendrán un alineamiento correcto y deben quedar libres de distorsiones, dobleces y otras irregularidades o defectos.

La colocación de la estructura de techo debe ser así:

Primero se colocará el polín C de 6" sobre la solera de coronamiento, posteriormente se trazará el polín P1 guía de la cumbrera, y luego los siguientes P1 sobre las dos aguas del techo, empalmado en la altura de cumbrera. La terminación de cada agua del techo con los dos polines espaciados es como se indica en la planta de techos. A continuación se colocan cada uno de los polines P2 (polín espacial) a lo ancho del techo con una separación de 0.4 m entre cada uno y por sobre los polines P1 y P3 soldados a la estructura de hierro de la solera de coronamiento o mojinete.

- Cubierta de teja de micro concreto: la colocación de la cubierta de techo con teja de micro concreto se hará como sigue:

Se colocarán las tejas de abajo hacia arriba, primero las hileras de tejas que tienen la parte cóncava hacia arriba (teja canal) y luego la teja que tenga la parte cóncava hacia abajo (teja capote). Teniendo el cuidado de no dejar fisuras que provoquen goteras en el mismo. Posteriormente se coloca la teja cumbrera y se amarran todas las tejas con alambre a la estructura de polines espaciales del techo.

3.3 PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA HABITACIONAL

TABLA No. 17 RESUMEN DEL COSTO DE LA VIVIENDA POR PARTIDA GENERALES

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo".

RESUMEN	
PARTIDA	MONTO
FUNDACIONES	¢3,808.82
PAREDES	¢7,415.28
TECHO	¢8,801.71
ACABADOS	¢5,075.16
INSTALACIONES HIDRÁULICAS	¢1,042.94
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	¢1,304.02
COSTO TOTAL DIRECTO	¢27,447.93
M2 DE CONSTRUCCIÓN	37.47
COSTO POR M2	¢732.53

TABLA No. 18. RESUMEN DEL COSTO TOTAL DE LA VIVIENDA POR PARTIDA
 PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la
 construcción de viviendas de bajo costo

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL COLONES
FUNDACIONES				
Limpieza y desalojo inicial	63.57	M ²	¢1.65	¢104.89
Trazo y Nivelación	38.80	ml	¢23.20	¢900.16
Compactación	2.00	M ³	¢66.22	¢132.44
Excavación	12.55	M ³	¢31.22	¢391.81
Solera de fundación	25.30	ml	¢51.20	¢1,295.36
Zapata	3.00	unidad	¢39.53	¢118.59
Columna	7.44	ml	¢116.34	¢865.57
SUBTOTAL				¢3,808.82
PAREDES				
Pared de bloque de piedra pómez	48.00	M ²	¢124.92	¢5,996.16
Andamios	6.00	ml	¢28.46	¢170.76
Solera de coronamiento	20.60	ml	¢60.60	¢1,248.36
SUBTOTAL				¢7,415.28
TECHOS				
Estructura y cubierta de techo	46.97	M ²	¢187.39	¢8,801.71
SUBTOTAL				8,801.71
ACABADOS				
Piso de concreto simple	43.78	M ²	¢47.24	¢2,068.17
Puertas	1.00	SG	¢1,848.00	¢1,848.00
Ventanas	1.85	M ²	¢256.48	¢474.49
Pintura	96.00	M ²	¢3.83	¢367.68
Pila de concreto de 1 ala	1	unidad	¢207.48	¢207.48
Desalojo y limpieza final	63.57	M ²	¢1.72	¢109.34
SUBTOTAL				¢5,075.16
INSTALACIONES HIDRAULICAS				
Artefacto sanitario y accesorios	1	SG	¢823.22	¢823.22
Tubería de suelo cemento	12	ml	¢18.31	¢219.72
SUBTOTAL				¢1,042.94
INSTALACIONES ELECTRICAS				
Instalacion eléctrica (no incluye acometida)	1	SG	¢1,304.02	¢1,304.02
SUBTOTAL				¢1,304.02
COSTO TOTAL DIRECTO DE LA VIVIENDA				¢27,447.93

TABLA No. 19. RESUMEN MATERIALES Y MANO DE OBRA SIN AYUDA COMUNITARIA

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hierro de 1/4" corrugado	72.45	Varilla	¢4.55	¢329.65
Hierro de 3/8" corrugado	76.97	Varilla	¢11.90	¢915.94
Hierro de 1/2" corrugado	5.58	Varilla	¢20.91	¢116.68
Alambre de amarre	62.15	lbs	¢2.45	¢152.27
Clavo de 2 1/2 galvanizado	2.23	lbs	¢2.50	¢5.58
Clavo de 4" galvanizado	0.24	lbs	¢2.50	¢0.60
Cuarton de pino	77.32	vara	¢8.70	¢672.68
Regla pacha de pino	21.34	vara	¢3.60	¢76.82
Tabla de pino	66.48	vara	¢9.10	¢604.97
Pita para trazo	1.55	bollo	¢13.50	¢20.93
Lapiz bicolor	1.55	unidad	¢5.00	¢7.75
Cemento portland tipo I	52.78	bl	¢35.00	¢1,847.30
Cemento cuscatlan	15.36	bl	¢29.50	¢453.12
Piedra pomez	4.13	m3	¢15.00	¢61.95
Arena de rio	4.67	m3	¢62.13	¢290.15
Bloque entero de pomez	792.00	unidad	¢1.64	¢1,298.88
Bloque mitad de pomez	110.40	unidad	¢0.82	¢90.53
Grava #1	2.63	m3	¢80.00	¢210.40
Polin C de 4"	17.85	ml	¢15.17	¢270.78
Polin C de 6"	9.86	ml	¢19.67	¢193.95
Polin espacial	105.21	ml	¢8.00	¢841.68
Electrodo 3/32	20.20	unidad	¢5.00	¢101.00
Teja de micro concreto	799.00	unidad	¢1.73	¢1,382.27
Puerta troquelada	3.00	unidad	¢556.00	¢1,668.00
Ventana solaire	1.85	m2	¢256.48	¢474.49
Pila	1.00	unidad	¢207.48	¢207.48
Inodoro incesa blanco	1.00	unidad	¢533.22	¢533.22
Accesorios hidraulicos varios	1.00	s.g	¢200.00	¢200.00
Tuberia de suelo cemento de 4 "	14.40	unidad	¢7.76	¢111.74
Pintura de pega con cal	2.88	cubeta	¢27.74	¢79.89
Receptaculo	6	unidad	¢5.00	¢30.00
Focos incandescentes	6	unidad	¢4.00	¢24.00
Swiths doble	2	unidad	¢20.00	¢40.00
Swiths sencillo	2	unidad	¢12.00	¢24.00
Toma corriente doble	4	unidad	¢6.00	¢24.00
Caja termica	1	unidad	¢131.00	¢131.00
Cable para luminarias	18	ml	¢18.50	¢333.00
cable para tomas	24	ml	¢13.00	¢312.00
Caja ortogonal	6	unidad	¢10.00	¢60.00
Poliducto de 1"	45.78	yds	¢1.50	¢68.67
Herramientas varias	1	s.g	¢2,008.93	¢2,008.93
TOTAL MATERIALES				¢16,276.29

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL COLONES
Deshierbado y desalojo	65.57	m2	¢1.50	¢98.36
Hierro de 1/4" corrugado	2.41	qq	¢89.04	¢214.59
Hierro de 3/8" corrugado	5.49	qq	¢80.14	¢439.97
Hierro de 1/2" corrugado	0.66	qq	¢66.89	¢44.15
Moldeado de columna	7.44	ml	¢22.79	¢169.56
Moldeado de solera de coronamiento	20.6	ml	¢12.89	¢265.53
Pegamento de bloque	903	unidad	¢1.84	¢1,661.52
Colocación de alacranes	53	unidad	¢1.66	¢87.98
Lleno de bastones	72	ml	¢5.60	¢403.20
Hechura de andamio	6	ml	¢12.80	¢76.80
Hec. Y coloc. De estructura de techo	46.97	m2	¢106.45	¢4,999.96
Colocación de teja de micro concreto	46.97	m2	¢4.26	¢200.09
Aplicación de pintura	96	m2	¢3.00	¢288.00
Hechura de piso	43.78	m2	¢18.20	¢796.80
Colocación de puerta	3	unidad	¢60.00	¢180.00
Instalación de inodoro	1	unidad	¢90.00	¢90.00
Colocación de tubería	12	ml	¢9.00	¢108.00
Instalación eléctrica	1	s.g	¢250.00	¢250.00
Auxiliar al día	92.69	hora	¢8.60	¢797.13
TOTAL MANO DE OBRA				¢11,171.63
TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA				¢27,447.92

TABLA No. 20 RESUMEN MATERIALES Y MANO DE OBRA CON AYUDA COMUNITARIA

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hierro de 1/4" corrugado	72.45	Varilla	¢4.55	¢329.65
Hierro de 3/8" corrugado	76.97	Varilla	¢11.90	¢915.94
Hierro de 1/2" corrugado	5.58	Varilla	¢20.91	¢116.68
Alambre de amarre	62.15	lbs	¢2.45	¢152.27
Clavo de 2 1/2 galvanizado	2.23	lbs	¢2.50	¢5.58
Clavo de 4" galvanizado	0.24	lbs	¢2.50	¢0.60
Cuarton de pino	77.32	vara	¢8.70	¢672.68
Regla pacha de pino	21.34	vara	¢3.60	¢76.82
Tabla de pino	66.48	vara	¢9.10	¢604.97
Pita para trazo	1.55	bollo	¢13.50	¢20.93
Lapiz bicolor	1.55	unidad	¢5.00	¢7.75
Cemento portland tipo I	52.78	bl	¢35.00	¢1,847.30
Cemento cuscatlan	15.36	bl	¢29.50	¢453.12
Piedra pomez	4.13	m3	¢15.00	¢61.95
Arena de río	4.67	m3	¢62.13	¢290.15
Bloque entero de pomez	792.00	unidad	¢1.64	¢1,298.88
Bloque mitad de pomez	110.40	unidad	¢0.82	¢90.53
Grava #1	2.63	m3	¢80.00	¢210.40
Polin C de 4"	17.85	ml	¢15.17	¢270.78
Polin C de 6"	9.86	ml	¢19.67	¢193.95
Polin espacial	105.21	ml	¢8.00	¢841.68
Electrodo 3/32	20.20	unidad	¢5.00	¢101.00
Teja de micro concreto	799.00	unidad	¢1.73	¢1,382.27
Puerta troquelada	3.00	unidad	¢556.00	¢1,668.00
Ventana solaire	1.85	m2	¢256.48	¢474.49
Pila	1.00	unidad	¢207.48	¢207.48
Inodoro incesa blanco	1.00	unidad	¢533.22	¢533.22
Accesorios hidraulicos varios	1.00	s.g	¢200.00	¢200.00
Tuberia de suelo cemento de 4 "	14.40	unidad	¢7.76	¢111.74
Pintura de pega con cal	2.88	cubeta	¢27.74	¢79.89
Receptaculo	6	unidad	¢5.00	¢30.00
Focos incandescentes	6	unidad	¢4.00	¢24.00
Swiths doble	2	unidad	¢20.00	¢40.00
Swiths sencillo	2	unidad	¢12.00	¢24.00
Toma corriente doble	4	unidad	¢6.00	¢24.00
Caja termica	1	unidad	¢131.00	¢131.00
Cable para luminarias	18	ml	¢18.50	¢333.00
cable para tomas	24	ml	¢13.00	¢312.00
Caja ortogonal	6	unidad	¢10.00	¢60.00
Poliducto de 1"	45.78	yds	¢1.50	¢68.67
Herramientas varias	1	s.g	¢2,008.93	¢2,008.93
TOTAL MATERIALES				¢16,276.29

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL COLONES
Deshierbado y desalojo	0	m2	¢1.50	¢0.00
Hierro de 1/4" corrugado	2.41	qq	¢89.04	¢214.59
Hierro de 3/8" corrugado	5.49	qq	¢80.14	¢439.97
Hierro de 1/2" corrugado	0.66	qq	¢66.89	¢44.15
Moldeado de columna	7.44	ml	¢22.79	¢169.56
Moldeado de solera de coronamiento	20.6	ml	¢12.89	¢265.53
Pegamento de bloque	0	unidad	¢1.84	¢0.00
Colocacion de alacranes	0	unidad	¢1.66	¢0.00
Lleno de bastones	0	ml	¢5.60	¢0.00
Hechura de andamio	0	ml	¢12.80	¢0.00
Hec. Y coloc. De estructura de techo	46.97	m2	¢106.45	¢4,999.96
Colocación de teja de micro concreto	46.97	m2	¢4.26	¢200.09
Aplicación de pintura	0	m2	¢3.00	¢0.00
Hechura de piso	0	m2	¢18.20	¢0.00
Colocación de puerta	3	unidad	¢60.00	¢180.00
Instalación de inodoro	1	unidad	¢90.00	¢90.00
Colocación de tubería	12	ml	¢9.00	¢108.00
Instalación eléctrica	1	s.g	¢250.00	¢250.00
Auxiliar al día	0	hora	¢8.60	¢0.00
TOTAL MANO DE OBRA				¢6,961.84
TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA				¢23,238.13

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE
RESULTADOS

INTRODUCCIÓN

El capítulo IV describe los resultados a los que se han llegado a lo largo de la realización del ejemplo de aplicación dentro del cual se presentan cuadros resumen de los materiales descritos en las guías operativas, como sus ventajas, desventajas, datos técnicos como granulometría, tipo de suelo, resistencia a la compresión, etc. También se muestran cuadros donde se reflejan los costos unitarios para cada material; seguidamente de la gráfica comparativa de costos de pared por metro cuadrado de construcción de la realización de una vivienda mínima entre los diferentes materiales para la elaboración de paredes.

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Marco de referencia

Para llevar a cabo la recopilación de estudios experimentales realizados en la Universidad de El Salvador, sobre materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo, se escogieron sólo aquellos materiales que cumplieron las pruebas de resistencia y calidad a que fueron sometidos, y que a su vez fueran de bajo costo; ya que el objetivo de la recopilación es disponer de un manual que facilite el uso de éstos materiales, que sean accesibles y económicos. Para ello, se analizaron diversas tesis, seminarios y trabajos de graduación, de donde se escogieron trece materiales elaborados con materias primas existentes en distintos lugares de interés, útiles para la construcción de una vivienda, los cuales llegan a ser de bajo costo; estos son: bloque hueco elaborado con suelo cemento para hechura de pared reforzada con vara de bambú como sustituto del hierro de refuerzo, bloque hueco elaborado con piedra pómez, ladrillo sólido elaborado con arcilla estabilizada con cemento, ladrillo sólido elaborado con arcilla y lodos residuales, bloque de suelo cemento machihembrado, panel de suelo cemento, diversos tipos de recubrimientos: mezcla de cemento y arcilla, sustancia bituminosa, aceite quemado, pintura y pega blanca sintética de uso en carpintería con cal hidratada, teja de micro concreto, tuberías de suelo cemento y muro de retención

hecho de suelo cemento. Para estos trece materiales, se encuentran descritos sus procedimientos, en las trece guías operativas elaboradas en el capítulo No. 2; en las cuales se indican las proporciones, datos técnicos, el costo por unidad y los procedimientos necesarios para su producción, hasta su uso para construir una vivienda.

Los materiales escogidos, pasaron las pruebas de resistencia y calidad, ya que de ningún otro modo hubieran sido recomendados en este manual; sin embargo, muchos materiales pueden pasar pruebas de resistencia, pero no las pruebas de calidad; por ejemplo la lámina cemento – henequén que no se recomienda, pues esta presenta problemas de permeabilidad ocasionados por micro fisuras y tubificación.

En cada guía operativa se hace una breve exposición de conceptos o explicaciones sobre tipos de materias primas a utilizar; las técnicas a utilizar en el proceso de elaboración de los materiales y del uso de los mismos, con el objetivo de hacer una familiarización de términos, así como su comprensión.

Se realizó una ejemplificación con las guías operativas, a partir de planos constructivos de una vivienda económica que puede ser hecha en zonas marginales o zonas rurales. La aplicación se realizó utilizando materiales que han sido recomendados en las guías operativas; así, las paredes son de bloque hueco hecho de piedra pómez, recubriendo la pared con la mezcla de pega blanca sintética con cal hidratada, el techo está cubierto con teja de micro concreto apoyada en una estructura metálica y para las instalaciones hidráulicas de la casa se utiliza tubería de suelo cemento. Además se agregan otros materiales que aunque no son recomendados en las guías operativas, estos se utilizan para dar mejor acabado a la vivienda; por ejemplo el piso hecho de concreto simple. Todo esto conlleva a que se pueden elaborar materiales no tradicionales que sirvan a las personas en la realización de sus casas de habitación apegados a criterios técnicos como geométricos, técnicas y tecnologías en el proceso de fabricación, explicando desde la obtención de las materias primas, hasta la construcción de su vivienda.³²

³² Ver planteamiento de problema. Página No.5

4.1.2 Guías operativas.

Seleccionando la información que corresponde a los materiales cuyos resultados técnicos experimentales fueron satisfactorios, éstos fueron sistematizados en guías operativas que muestran el procesamiento de las distintas materias primas para elaborar los materiales no tradicionales utilizados en la construcción de viviendas, desde la extracción de la materia prima de los yacimientos hasta la utilización de ésta en la elaboración del material; también se incluyen detalladamente en estas guías, las proporciones de las materias, esto de manera simple y sencilla, tal como las cantidades de materia prima basándose en una bolsa de cemento o medidas comúnmente conocidas y utilizadas en el campo como una cubeta de 5 galones o una lata con la misma capacidad.

Deberá tomarse muy en cuenta el tipo de materia prima a utilizar, respetando el tipo de suelo que se recomienda en la guía y las cantidades especificadas (proporciones), ya que de esto dependerán los buenos resultados de la resistencia de cada material. Se tomará en cuenta el equipo a utilizar, este debe ser el adecuado en la elaboración de los materiales, ya sean moldes, máquinas bloqueras, vibradores y herramientas complementarias que se utilizarán en la elaboración de los materiales; también, la aplicación de la metodología correcta en la elaboración del material, esta se explica detalladamente en cada una de las guías operativas, en donde se utiliza un lenguaje accesible para todas las personas que hagan uso del manual, lo cual facilita el entendimiento de los procesos de elaboración de los materiales. Además de estos procesos, la guía explica la forma en que se puede aplicar cada material en la construcción de viviendas. En las guías de paredes están incluidas la elaboración de tres tipos de bloques, dos tipos de ladrillos y un panel, en cada una de estas guías se presenta el proceso constructivo que se utiliza en el levantamiento de paredes. Las guías de recubrimientos indican cómo elaborar u obtener el material, además de indicar acerca de la aplicación del mismo en las paredes. La guía de la teja explica su proceso de fabricación, así como también la conformación de esta en la parte del techo de una vivienda en la que se puede escoger la estructura de soporte de techo que se desee, ya

sea metálica o madera. De igual manera están estructuradas las guías de tuberías y de muro de suelo cemento. Cabe indicar; que cuando las personas que utilicen las guías no tengan los conocimientos técnicos de cómo realizar el proceso constructivo de paredes, recubrimientos, techos, tuberías o muros de retención, las guías les da el apoyo y enseñanza necesaria para que conozcan y aprendan estos procesos. Por lo tanto, las guías operativas cumplen con la función principal de guiar y orientar al usuario en el uso eficiente del manual.

4.1.3 Aplicación de criterios

Para que el usuario de las guías operativas de la No 1 a la No 13 pueda familiarizarse mejor en los resultados que se obtienen al producir materiales de construcción procesando materias del lugar con datos propios, las tablas No. 22, No. 25 y No. 26 describen las ventajas y algunas desventajas que se podrían obtener, con lo cual se deja un comentario que puede ser una recomendación a la vez. También la tabla No. 28 describe otros estudios que no dieron resultados aceptables, con lo cual se previene el uso de éstos.

Los materiales fabricados con materias primas existentes en el territorio nacional son ventajosos en la construcción de viviendas, con ellos se obtienen seguridad, duración, costos reducidos hasta 15.39 % cuando los interesados aportan la mano de obra durante todos los procesos de elaboración y/o construcción.

El sistema constructivo que se utilice para las viviendas, establece la forma de realizar paredes de bloques o panel, acabados de las mismas para su durabilidad con pinturas artesanales, instalaciones hidráulicas de costo bajo; cubierta de techo durable y de fácil mantenimiento si se usa teja de micro concreto.

Estos materiales también tienen deficiencias, las cuales pueden ser disminuidas si se llevan a cabo las recomendaciones dadas en cada guía operativa, así como respetar las especificaciones técnicas, proporciones e indicaciones dadas, también queda a opción del usuario la combinación de materiales para la construcción de su vivienda, haciendo uso de la ayuda aquí propuesta.

TABLA No. 21. RESUMEN DE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS

GUÍA	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	RECOMENDACIONES
No. 1	Bloque hueco de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú.	<p>La relación modular entre el bambú y el suelo es alta.</p> <p>La vida de servicio de la construcción con suelo cemento es comparable a la del bambú.</p> <p>Los coeficientes de expansión térmica del bambú y del suelo cemento son muy similares.</p>	<p>No se cuenta con un método de diseño estructural para vivienda, especialmente en lo que concierne a las uniones de los elementos, longitudes de desarrollo y traslapes de refuerzo.</p> <p>En cualquiera de las formas en que sea utilizado el bambú, al estar embebido en el concreto, absorbe el agua de la mezcla, aumentando de volumen y posteriormente al secarse, se contrae perdiendo la adherencia con el concreto.</p>	<p>En la fabricación de los bloques así como al manipularlos durante el proceso constructivo se debe tener el cuidado de no dañar aristas, esquinas, superficies y acabados de éste para tener finalmente una pared de buena calidad.</p> <p>Las paredes elaboradas, es mejor protegerlas del intemperismo días después de acabados.</p>
No. 2	Bloque hueco elaborado con piedra pómez	<p>La piedra pómez es accesible y fácil de encontrarla, ya que en el país existen diversidad de bancos de préstamo de donde puede ser explotada.</p> <p>El costo del bloque de pómez es mucho más barato si se orienta a programas de ayuda mutua, con la cual se elimina el costo de la mano de obra.</p>	<p>El bloque de piedra pómez presenta un alto porcentaje de absorción (27.37%), el cual puede afectar la calidad de la pared terminada si a ésta no se le da el recubrimiento adecuado para protegerla.</p> <p>El alcance de las normas ASTM establece rangos de variación para los agregados livianos y concreto liviano, sin abarcar la especificidad. Para el caso, los agregados de pómez, concreto de pómez y unidades, se han utilizados parámetros de comparación que no corresponden a la pómez, pero que sirven de correlación para el control de los resultados.</p>	<p>Al utilizar bloque de pómez para la construcción de viviendas, las paredes exteriores deben ser revestidas con repello en toda la superficie, incluyendo las hiladas que quedan bajo el nivel del piso terminado de manera que los efectos del intemperismo y el agua no ocasionen efectos negativos al pie y en la superficie de las paredes expuestas a la acción destructiva de tales fenómenos ya que el bloque por sí solo presenta una alta absorción de agua.</p>

GUÍA	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	RECOMENDACIONES
No. 3	Ladrillo sólido hecho con arcilla estabilizada.	<p>El ladrillo es de fácil fabricación y puede ser llevada a cabo por el futuro usuario de la vivienda.</p> <p>El uso de arcilla en el lugar a construir los ladrillos, reduce considerablemente los costos de acarreo de materiales.</p>	Se debe tener mucho cuidado a la hora de escoger la arcilla a utilizar, ya que en el país existen variedades de arcillas (alta, media y baja plasticidad); por lo cual se deben utilizar pruebas para saber que tipo de arcilla sea la aceptable para elaborar ladrillos.	Al suelo de arcilla que se va a utilizar, se le hacen las siguientes pruebas : granulometría, plasticidad, contenido de agua, cohesión, para determinar si el suelo es adecuado para estabilizarlo con cemento.
No.4	Ladrillo sólido hecho de barro y lodo residual.	<p>Las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de arcilla, tierra blanca y lodo, mejoran respecto al tradicional ladrillo rojo, la resistencia a la compresión es mayor en un 22% y el peso se reduce 17%.</p> <p>Los análisis microscópicos realizados en los ladrillos después de cocidos, mostraron la ausencia total de colonias de bacterias y otros organismos, con lo que se garantiza el uso de este ladrillo, sin riesgo alguno de contaminación.</p>	<p>La especificaciones de las normas ASTM. Fueron utilizadas en términos comparativos ya que éstas no especifican la utilización de materia orgánica en este tipo de material.</p> <p>En el proceso de fabricación, las medidas máximas de higiene y seguridad para los trabajadores son de suma importancia, pues de no acatarse puede haber contaminación, por el manejo de los lodos residuales.</p>	<p>El lodo proveniente de las plantas de tratamiento debe ser controlado sanitariamente, a la vez, se deben tomar medidas de higiene y seguridad para los trabajadores que estén en contacto directo.</p> <p>Usar lodo residual en estado seco para la fabricación de ladrillos sólo como aditamento complementario, ya que de lo contrario el bloque hecho únicamente de lodo se producen vacíos, ocasionando alta porosidad y disminución de resistencia.</p>
No. 5	Bloque machihembrado hecho de suelo cemento.	En la hechura de paredes no se usa mortero ligante entre cada bloque, ya que haciendo un buen ensamble de macho y hembra en la respectivas caras de bloques en seco, nivelando y plomeando se obtiene una pared estable.	En la elaboración de paredes utilizando bloques machihembrados, no se pueden reforzar las esquinas con hierro, pues el bloque no posee huecos que permitan el paso de las varías de refuerzo, es por ello que se opta por utilizar la elaboración de paredes en forma cuatrapada.	Tratamiento de paredes: antes de aplicar cualquier pintura a la pared es mejor dar una lechada o capa de cemento o adobado, esto mejora la resistencia de los bloques, a la intemperie, aumenta la dureza superficial, sella los poros impermeabilizando el bloque y se ahorra pintura.

GUÍA	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	RECOMENDACIONES
No. 6	Panel de suelo cemento reforzado con malla metálica de gallinero.	Facilidad de levantamiento de pared y producción continua durante todo el año.	Las paredes elaboradas con panel de suelo cemento solamente se pueden utilizar como paredes de división.	Revestir los moldes con aceite quemado para un fácil desmoldado y sellar las fisuras que queden en el molde para evitar que la mezcla de suelo cemento se derrame.
No. 7	Mezcla de cemento y arcilla	Buena adherencia entre la mezcla y la pared y proporciona un sellado en las paredes.	Cuando la pintura está seca difícilmente se desprende al contacto manual, pero si pierde su relativa resistencia cuando se humedece, por lo que se usa en paredes interiores, ya que no estarán expuestas a la lluvia.	Antes de aplicar el recubrimiento sobre la pared, ésta se dejará libre del polvo superficial y otros residuos, lavando con agua para facilitar la adherencia de la mezcla.
No. 8	Mezcla de pega blanca con cal	La acción del pegamento brinda además de firmeza en el recubrimiento; una protección al intemperismo debido a la formación de una película transparente en la pared. Da un acabado final a la superficie de la pared a la vez que sella los poros	No se puede aplicar la pintura inmediatamente después de la primera mano, ya que se debe esperar un tiempo de secado prudencial, de lo contrario podría provocar un poco de adherencia de la misma y no la óptima.	Aplicar dos manos de pintura de mezcla con 6 a 12 horas de diferencia entre éstas, hasta que la pared quede totalmente cubierta.. Previo a aplicar la pintura en la superficie, esta se limpia y se humedece para mejorar la adherencia..

GUÍA	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	RECOMENDACIONES
No. 9	Sustancia bituminosa	<p>Este tipo de recubrimiento resulta de bajo costo, ya que el aceite puede ser adquirido en los talleres de reparación automotriz y el costo solamente sería el precio comercial de la pintura que después se quisiera aplicar en las paredes.</p> <p>Recubrir con aceite quemado y pintura, además de ser práctico es económico porque su costo es muy bajo, impermeabiliza y sella la superficie de pared, reduciendo el gasto de pintura de aceite.</p>	<p>La aplicación de la pintura de aceite no se puede realizar inmediatamente después que se aplicó el aceite en la pared, ya que se debe esperar por lo menos una semana para que la pared haya absorbido todo el excedente de aceite y este no se mezcle con la pintura.</p>	<p>Aplicar dos manos de aceite quemado en la pared para obtener mejor sellado de los poros e impermeabilización.</p> <p>Dejar un lapso prudencial de 15 días mínimo para el secado del aceite antes de aplicar la pintura, así, se obtendrá buena adherencia entre la pared seca y la pintura.</p>
No. 10	Azulejos.	<p>Aprovechamiento de la tierra arcillosa que se tiene en el lugar o arcilla pura.</p> <p>Los azulejos elaborados con arcilla pura y con feldespato de potasio, superan considerablemente los requerimientos establecidos por la norma 026-A07 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México, en cuanto a módulo de ruptura, absorción y sanidad.</p>	<p>Los azulejos que sobrepasen el tiempo de quemado, pueden resultar en galletas quemadas o torcidas, lo cual afecta, porque pueden ser quebradizas. En cuanto al proceso de colocación sino se tiene cuidado al momento de golpearlas se pueden quebrar.</p>	<p>En la aplicación del barniz, la pincelada debe ser rápida y ligeramente una encima de otra en forma uniforme, una pasada en una sola dirección o trazo, ésta debe hacerse después de haber sometido a quemado la galleta del azulejo y estar absolutamente fría.</p> <p>En cualquier proceso de cocción es preciso conocer la temperatura del horno, el grado de calor que éste genera y el tiempo de cocido, para verificar esto, se recomienda usar un pirómetro, el cual da lectura directa de la temperatura en el horno en proceso de cocimiento.</p>

GUÍA	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	RECOMENDACIONES
No. 11	Teja de Micro concreto.	<p>El costo neto de la fabricación de las tejas, tienen un precio menor que las cubiertas de techo comerciales existentes, por lo cual puede competir en el mercado local.</p> <p>Existe la opción que al implementar una planta de producción de tejas, se generarán fuentes de trabajo para las comunidades, y/o personas de escasos recursos económicos.</p>	<p>el proceso de polineado, colocación de la estructura de polines, puede ser muy tardado al igual que costoso, ya que esto depende del costo de los materiales en el lugar.</p>	<p>Mantener un buen control en las pruebas de los agregados y en el proceso de elaboración de la teja, con el propósito de obtener un producto de primera calidad sin incrementar su costo.</p>
No. 12	Tuberías de suelo cemento.	<p>Se consigue sanear las comunidades eliminando estancamientos de agua que corre superficialmente al no tener donde evacuarlos, esto mejora las características físicas de la vivienda, así como la salud de las personas que la habitan.</p>	<p>En el Trabajo de Graduación donde se obtuvo la información sobre las tuberías de suelo cemento, sólo contemplan la elaboración de tuberías de 4", 6" y 8" de diámetro.</p>	<p>Tener cuidados al transportar el molde hasta el sitio de curado, así mismo los tubos en uso o en la bodega, para que no se averíen o se quiebren.</p>
No. 13	Muro de retención de suelo cemento.	<p>Facilidad para obtener la materia prima.</p> <p>Existe una buena trabajabilidad de la mezcla, en los primeros quince minutos, lo que hace la fácil colocación y buen control de vaciado.</p>	<p>El muro no ha sido diseñado para soportar cargas adicionales como por ejemplo construcciones, viviendas y otros.</p> <p>El muro no ha sido diseñado para soportar cargas adicionales como por ejemplo construcciones, viviendas y otros.</p>	<p>Cepillar la madera, de molde e impregnarla con aceite quemado para su fácil desmoldado.</p> <p>Diseñar moldes que faciliten el desmoldado rápido sin dañar la estructura y que permitan el mayor número de veces al usar este, ya que el costo del muro se ve notablemente afectado por el costo del molde.</p>

4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

TABLA No 22-A. RESUMEN DE MATERIALES DESCRITOS EN LAS GUIAS OPERATIVAS

MATERIAL	DATOS TECNICOS	UNIDAD	COSTO UNITARIO	VENTAJAS	GUIA Y REFERENCIA
Pared de bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú	a) resistencia compresión = 35.58 kg/cm ² b) humedad optima = 35% c) proporción en peso = 1: 13.5 d) tipo de suelo = areno limoso (SM) e) granulometría = 50% se retiene en malla No.200	m ²	¢107.45	a) las dimensiones del bloque son del modulo tradicional. b) el refuerzo de bambú es un material de facil obtención.	Guia # 1 Ref. 2
Pared de bloque hueco de piedra pomez reforzado con varilla de hierro	a) resistencia compresión = 44.21 kg/cm ² b) relación a/c = 0.4 c) proporción en peso = 1: 05 d) peso volumétrico seco = 1698.67 kg/cm ³	m ²	¢124.92	a) La piedra pomez se encuentra en estado natural en el país b) es un material ligero	Guia # 2 Ref. 3
Pared de ladrillo solido hecho de suelo arcilloso estabilizado con cemento	a) resistencia compresión = 28.92 kg/cm ² b) humedad optima = 4.57% c) proporción en peso = 1: 12 d) tipo de suelo = limo arcilloso de baja plasticidad e) granulometría = que pase la malla No. 4	m ²	¢176.64	a) La mezcla y el bloque son de facil elaboración. b) La arcilla es de facil obtención en el país.	Guia # 3 Ref. 9
Pared de ladrillo solido de arcilla, tierra blanca y lodo residual	a) resistencia compresión = 92.59 kg/cm ² b) Proporción en volumen = 1:6 c) Tipos de suelo = tierra blanca y arcilla inorgánica d) la arcilla no se tamiza e) granulometría lodos = que pase malla No. 4, 8 y 12	m ²	¢187.53	a) Mejora en las propiedades mecanicas en relación al tradicional ladrillo rojo de arcilla b) es un material ligero	Guia # 4 Ref. 7
Pared de bloque machihembrado de suelo cemento	a) resistencia compresión = 50 kg/cm ² b) humedad optima = 24.20 kg/cm ² c) Proporción en volumen = 1:9 d) tipo de suelo = areno limoso o limo arenoso	m ²	¢130.86	a) En la hechura de paredes no se usa mortero ligante entre los bloques	Guia # 5 Ref. 8
Pared de panel de suelo cemento con malla metalica para gallinero.	a) proporcionamiento en volumen = 12:1 b) revenimiento de mezcla = 2 pulg. c) tipo de suelo = limo arenoso (SM)	m ²	¢76.74	a) Se utiliza bancos de tierra blanca proximos a los lugares de revoltura. b) Por su modulación, facil levantamiento de paredes.	Guia # 6 Ref. 10
Recubrimiento en pared a base de cemento y arcilla	a) Proporcionamiento en volumen = 1:2 b) granulometría = la que pasa la malla 200 c) tipo de suelo = arcilla (CH)	m ²	¢3.24	a) La adherencia es satisfactoria b) El color de la arcilla mantiene su tonalidad.	Guia # 7 Ref. 10

TABLA No 22-B. RESUMEN DE MATERIALES DESCRITOS EN LAS GUIAS OPERATIVAS

MATERIAL	DATOS TECNICOS	UNIDAD	COSTO UNITARIO	VENTAJAS	GUIA Y REFERENCIA
Recubrimiento de pega blanca con cal	a) Granulometria = malla de abertura 5mm	m ²	₡3.83	a) La acción del pegamento permite protección al intemperismo además de la fijez en el recubrimiento	Guia # 8 Ref. 10
Recubrimiento en pared a base de sustancia bituminosa.	a) color = negro b) consistencia = liquida	m ²	₡3.15	a) Es un recubrimiento de bajo costo, ya que el aceite quemado se consigue en los talleres automotrices facilmente.	Guia # 9 Ref. 10
Recubrimiento de azulejos de arcilla.	a) modulo de ruptura = 100 kg/cm ² b) % de absorción = 15% c) granulometria = menor que la malla 200 d) tipo de suelo = arcilla (CH)	m ²	₡31.01	a) los azulejos desarrollados con arcilla pura son de buena calidad.	Guia # 10 Ref. 5
Teja de microconcreto	a) dosificación en volumen = 1:2.64 b) resistencia a la flexión = 3.18 kg/cm ² c) absorción = 3.18 %	m ²	₡187.39	a) precio bajo de competición en el mercado de la teja de microconcreto.	Guia # 11 Ref. 6
Tubería de suelo cemento	a) resistencia aplastamiento = 1800.1 kg/cm ² b) absorción = 22% c) dosificación en volumen = 3:1 d) tipo de suelo = arena de río y arena de min.	ml	₡18.31	a) saneamiento de la vivienda al evacuar aguas negras y agua lluvia a un bajo costo.	Guia # 12 Ref. 4
Muro de retención de suelo cemento	a) resistencia compresión = 57.60 kg/cm ² b) resistencia a la tensión = 9.45 kg/cm ² c) Resistencia al cortante = 15.42 kg/cm ² d) absorción = 27.28% e) tipo de suelo = limo arenoso, arena limosa.	m ²	₡298.10	a) facil obtención de la materia prima. b) Facil colocación del material en el molde.	Guia # 13 Ref. 26

TABLA No 23. COSTO POR M² DE CONSTRUCCIÓN CON DIFERENTES MATERIALES.

Proyecto: Trabajo de graduación " Manual de materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo".		
Area de construcción: 37.47 m2		
Pared	Monto/ m2	Representación porcentual*
Bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú	¢669.91	Disminuye 8.55 %
Bloque de piedra Pómez	¢732.53	—
Ladrillo de arcilla estabilizada	¢827.02	Aumenta 12.9 %
Ladrillo de lodos residuales	¢811.96	Aumenta 10.84 %
Bloque machihembrado	¢739.36	Aumenta 0.93 %
Panel de suelo cemento y malla metálica para gallinero	¢667.50	Disminuye 8.88 %

* Comparaciones basadas en el costo de un metro cuadrado de pared hecha con bloques de piedra pómez

GRÁFICO No. 1. Costos por m² de construcción en diferentes tipos de paredes

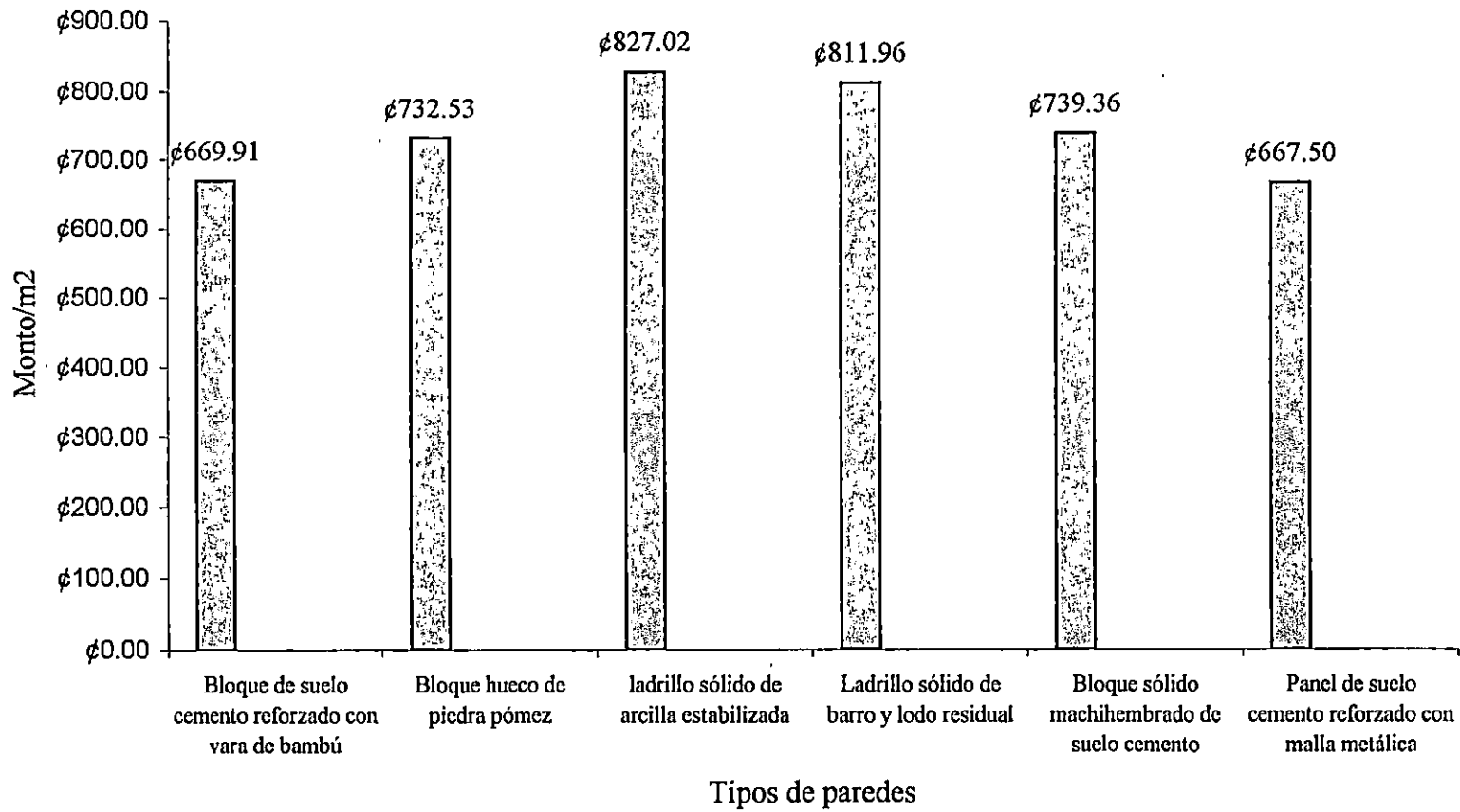


TABLA No 24. Costo comparativo por m² de pared, utilizando diferentes materiales comúnmente usados en el país.

Tipo de pared	COSTO	Tipo de vivienda	Representación Porcentual
Pared de bloque de Pómez*	¢124.92	Mínima	-
Pared de bloque de cemento y arena	¢144.50	Mínima	Aumenta 15.67%
Pared de lámina galvanizada con refuerzo de madera	¢115.98	Precaria (?)	Disminuye 7.16%
Pared de plástico negro con refuerzo de madera	¢39.45	Miserable (?)	Disminuye 68.42%

* Utilizado como dato de comparación para la representación porcentual.

(?) Criterio de comparación socio economico y poblacional entre los más desfavorables.

TABLA No. 25. Cantidades de materiales utilizados en la elaboración de 1m³ de mezcla para fabricación de bloques, ladrillos y panel; para hechura de paredes.

MATERIALES	Cemento	Tierra blanca	Tierra arcillosa	Lodos residuales	No de unidades
Bloque de suelo cemento	2.5 bolsas	33 bolsas	—	—	116 bloques
Bloque de piedra Pomez	6 bolsas	30 bolsas	—	—	160 bloques
Ladrillo de arcilla estabilizada	3 bolsas	—	36 bolsas	—	273 ladrillos
Ladrillo de lodos residuales	—	33.28 kg*	5.55 kg*	3.88 kg*	10 ladrillos
Bloque machihembrado	4 bolsas	36 bolsas	—	—	160 bloques
Panel de suelo cemento	3 bolsas	36 bolsas	—	—	1.33 paneles

* Datos obtenidos en peso, para elaborar 10 unidades

TABLA No 26. Cantidades de materia prima requeridas en la elaboracion de mezcla para el pegamento de bloques y ladrillos en 1 m² de pared.

Materiales	Cantidad de materia prima				No de unidades a pegar por m ²
	Cemento	Tierra blanca	Tierra arcillosa	Arena	
Bloque de suelo cemento	0.1 bolsa	0.8 bolsa	—	—	12.5 bloques
Bloque de piedra Pomez	0.2 bolsa	0.6 bolsa	—	—	12.5 bloques
Ladrillo de arcilla estabilizada	0.5 bolsa	—	1.5 bolsa	—	38 ladrillos
Ladrillo de lodos residuales	0.5 bolsa	—	—	2 bolsas	53 ladrillos

TABLA No. 27. OTROS ESTUDIOS REALIZADOS POR LA FIA-UES QUE NO FUERON TOMADOS EN ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Panel de Concreto Liviano reforzado con fibra de Maguey	El comportamiento general a los ensayos a los que fueron sometidos son aceptables	El resultado del análisis de costo, fue poco alentador, ya que el costo por m2 resulta más caro que cualquier otro material tradicional (29.37/m2)
		No hay estudios conocidos de la durabilidad de la fibra de maguey
		No hay análisis comparativos de resistencia en los paneles a diferentes edades (7,14,21,28 días)
Panel de concreto liviano reforzado con vara de bambú	Fácil proceso de construcción y manejabilidad (poco peso). Además de un bajo costo	No se determinó la granulometría de la arena utilizada y no especifican la relación A/C
		No se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y absorción a los paneles
Adobe estabilizado con cemento	Los resultados en cuanto a parámetros mecánicos son satisfactorios	Los espesores de los adobes son mayores a los 20 cms, lo cual hace paredes muy gruesas lo que le resta espacio interno a la vivienda
	Fácil acceso a las materias primas	No se plantea una solución debidamente comprobada a los problemas de adherencia mortero-adobe
	fácil construcción y de bajo costo	El tiempo de curado es muy prolongado (35 días), para que el adobe alcance su máxima resistencia
Techo de Ferrocemento	El ferrocemento como material para la fabricación de techos da muy buenos resultados y las pruebas que se le realizaron son aceptables	La investigación de ferrocemento es muy escasa en nuestro medio, además su costo es muy elevado
Lámina cemento henequén	Fácil de colocar en el molde, de trasladar y almacenar	Sus dimensiones son menores que las medidas estándar por lo que se necesita un mayor número de ellos
		Problemas de permeabilidad ocasionadas por microfisuras
		Poco cultivo del henequén en el país
Tubería de suelo cemento gravilla	Cumple con todas las pruebas a las que fue sometidas	El estudio no está enfocado a dar una solución para viviendas de bajo costo
	El proceso de fabricación es sencillo	Su costo es similar al de la tubería de concreto conocida en el mercado

4.3 Interpretación de Resultados

De los resultados obtenidos en las guías operativas, las Tablas No. 22.A y 22.B presenta un resumen de los trece materiales considerados en el manual, para el cual se obtienen los costos por unidad de medida, donde se destacan los principales datos técnicos como la proporción en volumen o en peso, el porcentaje de humedad, la resistencia y el tipo de suelo utilizado en su elaboración. Así mismo las ventajas, entre las que se destacan en la mayoría, el hecho de ser materiales de fácil obtención en el país, principalmente la tierra blanca, la arcilla y la piedra pómez. Las tablas tienen la finalidad de mostrar las características de los materiales empleados en la elaboración del manual, en forma general y resumida, facilitando así el manejo de información de las guías operativas sin necesidad de recurrir a las guías para consultar estos datos.

La Tabla No. 23 presenta el costo por m^2 de construcción utilizando los diferentes materiales de construcción expuestos en las guías operativas correspondientes a las paredes; en éste se presenta el monto y su representación porcentual comparándolo con respecto al costo del m^2 de pared hecha con bloque de piedra pómez, como se ha representado en la ejemplificación del manual; el tipo de vivienda donde se utilizará una pared de suelo cemento con refuerzo de malla metálica para gallinero es menos costosa de elaborar, ya que esta disminuye en 8.8% del costo por m^2 construido, en relación a la vivienda de piedra pómez, de la cual se basa el ejemplo de aplicación. Lo anterior es aplicable también para la vivienda elaborada con bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú. Esto quiere decir, que la vara de bambú y la malla metálica para gallinero como refuerzos del suelo cemento en las paredes hacen que el costo de la misma sea mínimo.

Por otra parte, un tipo de vivienda que se decidiera hacer con pared de ladrillo de arcilla estabilizada sería, según la proyección realizada, la más costosa en su construcción, ya que aumenta un 12.90% en relación a la pared hecha con piedra pómez. De igual forma el costo de la pared hecha con ladrillos de lodos residuales aumenta un 10.84 % del costo en relación a la de piedra pómez, convirtiéndose en una de las paredes más caras. En los dos tipos de viviendas anteriores se ven incrementados sus

costos por la utilización de la arcilla como materia prima, ya que aunque es de fácil obtención en el país, posee un costo alto en relación a otros tipos de suelos.

La vivienda elaborada con bloque machihembrado representa un costo cercano a la del ejemplo de aplicación de piedra pómez ya que sólo aumenta en un 0.93% del valor del mismo. En el diagrama de barras del gráfico No1 se representan los montos de cada material reflejados en la Tabla No. 23, en este diagrama se observan con mayor facilidad las diferencias de costo para cada material.

Observando los datos comparativos por m^2 de pared de la tabla No 24 la vivienda de piedra pómez se puede catalogar según sus costos por m^2 de pared como una vivienda de tipo mínima, esta se ubica dentro del margen de una vivienda similar a la hecha de bloque de arena y cemento. Esta se compara también según el costo de otros tipos de viviendas como la de lámina y la de plástico, en las cuales las condiciones son de precarias a miserable, no sólo porque disminuye considerablemente sus costos; sino porque en el país este tipo de viviendas no son seguras y son comunes de zonas marginales. Esto demuestra que a un bajo costo de construcción las personas pueden obtener una vivienda que reúna las condiciones seguras para habitar, similares a la de una construcción de bloque tradicional.

En la Tabla No. 25 se presentan las cantidades de materia prima para la fabricación de ladrillos y panel destacándose el rendimiento de los mismos en base al volumen proporcional establecido en las guías operativas; facilitando así, la cuantificación de la materia prima utilizada para elaborar cierto número de unidades especificadas en el mismo; logrando fácilmente el manejo de las proporciones indicadas en las guías operativas.

La Tabla No. 26 proporciona las cantidades de materia prima requerida en la elaboración de mezcla para el pegamento de bloques o ladrillos en un metro cuadrado de pared; también se detallan el número de unidades por metro cuadrado que se pueden pegar usando estas cantidades de materia prima; evitando desperdicios considerables en el momento de elaboración de la mezcla.

La Tabla No. 27 muestra los materiales de construcción que se han recomendado para utilizar en construcción de viviendas, estos tienen peso volumétricos entre 1092 kg/m^3 y 1800 kg/m^3 ; los que se hicieron con tierra blanca y cemento (suelo – cemento) tiene 1378.5 kg/m^3 a 1800 kg/m^3 , los de arcilla combinada con un estabilizador tiene 1092.5 kg/m^3 a 1278.94 kg/m^3 . La absorción de los materiales en general va de 16.65% a 45.5% con la excepción de la teja, ya que se necesita que sea impermeable y cuya absorción es del 3.18% ; el material hecho de arcilla absorbe más el agua que el hecho con tierra blanca y cemento, la resistencia a la compresión de estos materiales va de 33.5 kg/cm^2 a 82.43 kg/cm^2 ; los bloques para pared tienen 50.61 kg/cm^2 a 60.64 kg/cm^2 . La tubería de tierra blanca y cemento tiene una resistencia de 1800.1 kg/cm^2 .

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 CONSIDERACIONES

Basados en la información experimental sistematizada que se recopiló para la elaboración de este manual pertinentemente se hacen las consideraciones siguientes:

- a. En el territorio nacional se cuenta con diferentes y abundantes materias primas con las cuales se pueden hacer materiales alternativos para la construcción de viviendas, como los descrito en las guías operativas, de 1 a 13; sabiendo cómo obtenerlos y transformarlos a partir de sus propiedades físicas y mecánicas, se llega a beneficiar a comunidades donde habitan personas de bajos recursos económicos.
- b. Para fabricación de materiales alternativos se utilizan diferentes procesos de transformación de materia prima, a la cual se da un tratamiento antes y después, por esto se deben seleccionar los procedimientos que se adapten a la situación y a los recursos que se posea en el lugar de la elaboración.
- c. Los estudios experimentales que se realizaron, que son aceptables, han enfatizado investigar la elaboración de diferentes tipos de bloques para construir paredes; de otros componentes de la vivienda como cimientos, estructura de techo, pisos, no se tienen resultados técnicos factibles para que las personas puedan construir completamente sus casas con materiales no tradicionales a costos bajos.
- d. Los materiales alternativos propuestos en los diferentes estudios experimentales realizados de acuerdo a la revisión hecha, se tienen pruebas de calidad y resistencia, pero sin aplicaciones en la construcción de casos reales para juzgar sus resultados globales en viviendas de bajo costo ni proyectos específicos.

- e. Se han definido diferentes conceptos de materias primas, materiales, equipos y métodos de transformación; estos, de una manera sencilla y específica, para que las personas fácilmente accedan al manual y tengan otras alternativas para construir viviendas con distintos procesos tradicionales de construcción.
- f. Por lo general las personas no saben qué implica el costo o el precio de un material, así como su proceso de elaboración, el transporte en que se incurre, la maquinaria a utilizar, el tipo de producción y la adquisición de materia prima; por lo que se hace necesario dar una aplicación de los costos y cómo estos influyen en la elaboración de los productos.
- g. los estudios experimentales revisados de donde se extrajeron las guías operativas, 1 a 13, en las instrucciones que indican cómo elaborar los materiales, falta especificidad; así mismo, en los procesos constructivos. Las guías operativas para la utilización de los mismos se proponen cubrir esta dificultad técnica explicando o describiendo a detalle para hacer factible la elaboración de los materiales y la vivienda.

Tomando en cuenta estas consideraciones se llega a concluir lo siguiente:

5.2 CONCLUSIONES

1. El uso de las guías operativas orienta y unifica de una manera sencilla la utilización de cada guía, indicando los datos técnicos necesarios en la elaboración de materiales de construcción y los procesos constructivos que ahí se describen para hacer posible su uso.
2. El cumplimiento de las especificaciones técnicas, procedimientos de fabricación, los requisitos exigidos a los materiales que se elaboran basados en las guías operativas, hacen factible la construcción de viviendas de buena calidad ya que

- el manual instruye y capacita en cómo hacer posible esto, técnica y apropiadamente; a partir de trabajo individual o colectivo.
3. Los diferentes procesos de fabricación de bloques, tejas, tuberías, muros y recubrimientos, dan idea de las alternativas que hay para la realización de viviendas, optando por la más viable en espacio físico y costo con lo cual se pueden realizar proyectos habitacionales para grupos de familias o urbanizaciones.
 4. La vivienda en el caso de aplicación, cumple con seguridad y saneamiento, siendo habitable permanentemente a bajo costo, cumpliendo las condiciones apegadas a cualquier vivienda formal. Esto permite resolver la problemática de distintas condiciones de precariedad en que viven las familias, que por cualquier causa permanecen en viviendas de madera y lámina, madera y plástico o casas de bahareque; así mismo reconstruir las viviendas que son muy antiguas y se pueden restaurar y conservar; similarmente las viviendas dañadas por los terremotos o por la intemperie que tienen más de 75 a 100 años de vida útil.
 5. La vivienda propuesta y presupuestada en el ejemplo de aplicación, es una vivienda de condiciones mínimas, similar a la que comúnmente se tienen en programas de viviendas mínimas hechas de bloque de cemento y arena; esta resulta ser de menor costo cuando las personas que la habitarán o se beneficiarán participan en la construcción de la misma aportando la mano de obra.
 6. Los piroclastos, tierra blanca, arena de pómez que se encuentran en abundancia en el país, así como las arcillas residuales que también las hay variadas; al mezclar con cemento Pórtland Tipo I, ASTM C – 150, o con otro estabilizador como la cal, el cual mejora sus características físicas y mecánicas como resistencia a la compresión, resistencia al cortante, absorción, adherencia, hacen

posible ser utilizados como materias primas para elaborar materiales de construcción como bloques, tejas, tuberías, módulos planos prefabricados, muros, u otros, estos para la construcción de vivienda de costos bajos principalmente cuando son elaborados por los interesados; esto ayuda a resolver la problemática de vivienda así como da pauta para mejorar las viviendas que tengan daños mejorables con este tipo de materias primas o materiales. Las guías operativas indican y describen los procedimientos a cumplir para estos propósitos.

7. Los materiales recomendados en las guías operativas experimentalmente se elaboraron basados en las normas de la ASTM; sin embargo, estas se toman como parámetro de comparación de la calidad de los materiales; así, para las paredes, el promedio del esfuerzo de compresión que se obtuvo es de 55.58 Kg./cm² el cual se aproxima al de 42.2 Kg./cm² que indica la norma ASTM C90 – 85 como esfuerzo promedio mínimo de resistencia en bloques de concreto, por lo tanto se considera aceptable el esfuerzo promedio obtenido en estos bloques hechos de suelo cemento.
8. Al hacer la vivienda con ayuda de las personas de la comunidad o familias a beneficiar, tiene menor costo que si se hiciera con mano de obra contratada; esto es, que los costos directos son de 59.3 %, la mano de obra calificada es hasta 25.36 % y el beneficio es de 15.34 % del costo total de la inversión. Así, la participación directa con mano de obra dada por la comunidad, disminuye los costos.
9. El manual de materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo es útil para las personas o comunidades que se interesen en tener una vivienda con baja inversión por esfuerzo propio, con la ayuda de instituciones del estado o privadas, organismos internacionales que impulsan el bienestar y buena

calidad de vida de las personas así como el desarrollo de proyectos habitacionales en cuya formulación se incluye la ingeniería del proyecto; así mismo a profesionales y técnicos que orientan y analizan proyectos con la población en comunidades.

5.3 RECOMENDACIONES

1. Retomar los estudios realizados a través de trabajos de graduación, en la escuela de Ingeniería civil de la Universidad de El Salvador, que no obtuvieron buenos resultados en pruebas de calidad y resistencia, en dosificaciones o malas combinaciones de materias primas, ensayando con otras modalidades de fabricación, combinaciones de materias primas, dosificaciones, a fin de obtener resultados satisfactorios útiles para la construcción de viviendas.
2. Para conocimiento experimental amplio y detallado de resultados obtenidos que se presentan en las guías operativas, la bibliografía a pie de pagina así como en la bibliografía general, se debe ir directamente a esta fuente que se encuentra disponible en la biblioteca de las ingenierías de la FIA-UES.
3. Producir materiales de construcción y viviendas con mano de obra aportada por las personas interesadas individualmente y colectivamente por la comunidad por medio de ayuda mutua, esto reduce los costos en los procesos de fabricación y constructivos; para ello, es necesario que haya un encargado idóneo o técnico que supervise, dirija y vigile el cumplimiento de los procesos constructivos. A la vez, se deberán tomar las correspondientes precauciones y medidas de seguridad, a fin de garantizar la buena marcha del trabajo y la salud de los obreros.
4. Utilizar este manual, a partir de las guías operativas, en el cual se dan opciones que indican cómo mejorar el estado de deterioro de las viviendas usando

materias primas y materiales que están a su alcance en la construcción de viviendas.

5. Realizar esfuerzos en unificar las tecnologías y las técnicas de los distintos centros de experimentación (FUNDASAL, GTZ, FIA-UES) que han ejecutado proyectos y han tenido buenos resultados en la solución de problemas de vivienda, con materias primas para construcción, que se tiene en diversos lugares del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Estrada Hernández, José Eduardo y Otros. (1989). Estudio sobre la fabricación de tuberías de suelo cemento I. Trabajo de Graduación. FIA. UES..
2. Berganza Estrada, Roberto Otoniel y Otros. (1987). Materiales y Métodos constructivos para la vivienda marginal y rural Parte II. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
3. Anaya Rivera, Miguel Ángel y Otros. (1993). Elaboración de bloques de concreto ligero de pómez para viviendas de bajo costo. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
4. Bernabel Juárez, Herbert Amilcar y Otros. (1989) Estudio sobre la fabricación de tuberías de suelo cemento Parte II. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
5. Mazariego Morán, Edmundo Salvador y Otros. (1992). Estudio experimental de las arcillas de Pasaquina, para su utilización como material de construcción. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
6. Figueroa Albanes, José Luis y Otros. (1995). Aplicación de la tecnología de micro concreto para la elaboración de tejas, como producto no tradicional de bajo costo. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
7. Galeas Turcios, Carlos Mario y Otros. (1988). Estudio de fabricación de celosía de barro complementado con lodos de tratamiento de aguas residuales. Parte I. Trabajo de Graduación. FIA. UES.

8. Martínez Deras, Rudy Armando y Otros. (1998). Utilización de bloques de suelo cemento machihembrado en la construcción de viviendas de bajo costo. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
9. Góchez, Ricardo Antonio. (1969). La arcilla estabilizada como material de construcción. Tesis. FIA. UES.
10. Huevo Solís, José Antonio y Otros. (1983). Aplicación del suelo cemento a la construcción de la vivienda mínima. Parte II. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
11. Miranda Romero, Francisco y Otros. (1985). Mampostería de suelo cemento para viviendas de bajo costo. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
12. Ibarra Figueroa, Inés y Otros (1967). El suelo estabilizado como material de construcción. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
13. Méndez Raymundo, Cirilo y Otros. (1986). Materiales y métodos constructivos para la vivienda marginal y rural. Parte I. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
14. Salmerón Gutiérrez, Juan y Otros. (1986). Estudio de prefactibilidad del empleo de lámina cemento henequén. Parte I. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
15. Calderón Calderón, Gustavo y Otros. (1988). Materiales y métodos constructivos para la vivienda marginal y rural. Parte III. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
16. Francés Fadón, Ignacio y Otros (1976). Aplicación de suelo cemento a la construcción de vivienda mínima. Parte I. Trabajo de Graduación. FIA. UES.

17. Galdamez, Jaime Eduardo y Otros. (1995). Estudio sobre la fabricación de tuberías de suelo cemento gravilla. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
18. Aguirre Serpas, Víctor Manuel y Otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto ligero de piedra pómez (Banco La Periquera). Trabajo de Graduación. FIA. UES.
19. García Villatorio, José Marciano y Otros. (1989). Aplicaciones del ferrocemento. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
20. Flores Figueroa, José Luis y Otros (1987). Estudio de prefactibilidad y diseño de láminas cemento henequén. Parte II. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
21. Barahona, José Ángel (1970). Tecnologías del concreto. Morteros: arena, cemento, trasspuzzolana. Seminario de Graduación. Tomo 11. FIA. UES.
22. Arango Quezada, Roberto.(1972). Tecnología del concreto. Suelo cemento de ceniza volcánica utilizada en la construcción de viviendas. Seminario de Graduación. Tomo XVIII. FIA. UES.
23. Bolaños, Juan Francisco. (1970). Tecnologías del concreto. Morteros: cemento arena cal. Seminario de Graduación Tomo 2. FIA. UES.
24. Calderón Mendoza, Ana Elsa y Otros. (1983). Estudio del mejoramiento de la trabajabilidad del concreto liviano a base de piedra pómez con aditivos naturales. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
25. Castillo, Francisco Antonio y Otros. (1986). Paneles de concreto ligero para divisiones. Trabajo de Graduación. FIA. UES.

26. Cardoza López, José Javier. (1995). Estudio de suelo cemento semifluido para la construcción de muros de retención y pilas. Trabajo de graduación. FIA. UES.
27. Castro, Agustín Antonio. (1970). Tecnología y aplicación del suelo cemento. Seminario de Graduación. FIA. UES.
28. Handal Umaña, Ricardo Alfredo. (1970). Tecnología del concreto. Suelo cemento. Investigación de bloques para la construcción. Seminario de Graduación. Tomo 1. FIA. UES.
29. Martínez Elías, Rafael Edgardo y Otros. (1983). Estabilización de suelos para viviendas de bajo costo. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
30. Menjívar Herrera, José Nelson. (1988). Análisis sobre las investigaciones de materiales no tradicionales para la construcción de las viviendas marginal y rural. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
31. Moreno Chacón, José Luis y Otros. (1989). Estudio de factibilidad, diseño y mejoramiento de láminas cemento henequén. Parte III. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
32. Díaz Hernández, Miguel Ángel y Otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto ligero de pómez (yacimiento Mariona). Trabajo de Graduación. FIA. UES.
33. Navas Hurtado, Juan Aurelio y Otros. (1978). Estudio experimental sobre concreto liviano de pómez. Trabajo de Graduación. FIA. UES.

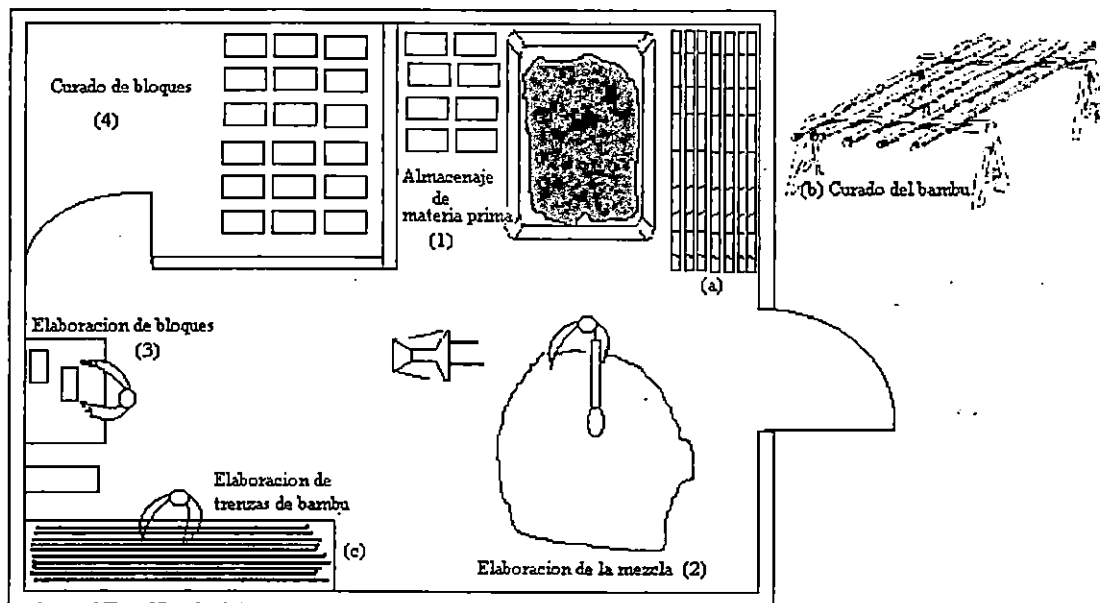
34. Mayorga Acuña, José Fernando y Otros. (1991). Diagnóstico sobre la tecnología utilizada en el diseño y construcción de obras para el abastecimiento de agua y alcantarillado para comunidades. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
35. Alfaro Alvarenga, Enzo Joel y Otros. (1991). Recomendaciones para el diseño y construcción de sistemas de captación de aguas pluviales en techos. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
36. Vides López, Gregorio y otros. (1971). Procedimiento de construcción de acueductos para pequeñas comunidades. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
37. Rico Peña, Gilma Zulema y otros. (1989). Diseño de módulos de entrenamiento y organización de unidades productivas de materiales no tradicionales para la vivienda marginal y rural. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
38. López Marroquín, Katia Regina y otros. (1993). Estudio de prefabricados existentes y su aplicación práctica en la demanda de vivienda. Trabajo de Graduación. FIA. UES.
39. Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano. (Enero- Marzo 2000). REVISTA DE INFORME TRIMESTRAL. Oficina de Planificación Estratégica Sectorial. San Salvador, El Salvador.
40. Documento Técnico de Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima. Diciembre de 1999. Materiales y sistemas alternativos de construcción. La experiencia de FUNDASAL. San Salvador, El Salvador.

ANEXOS

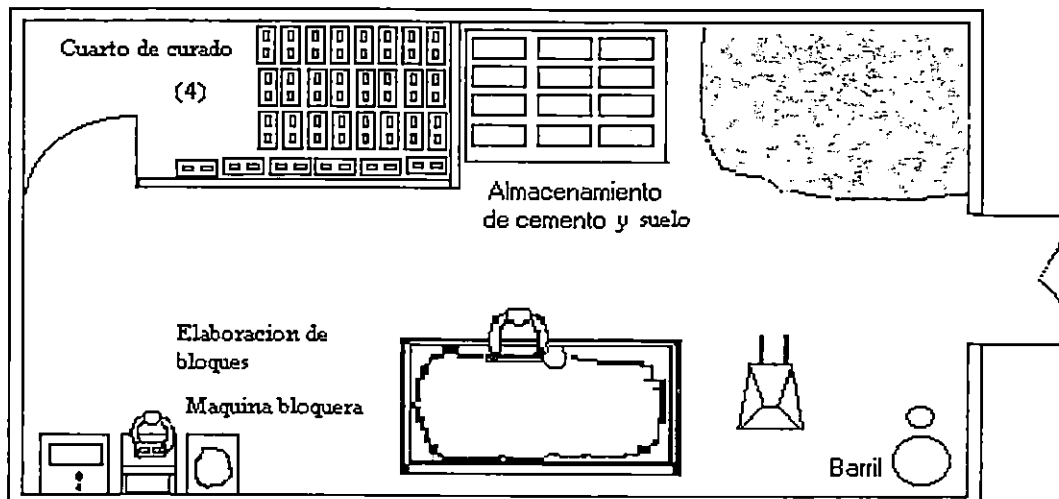
ANEXO A

Esquemas de plantas de fabricación de distintos materiales.

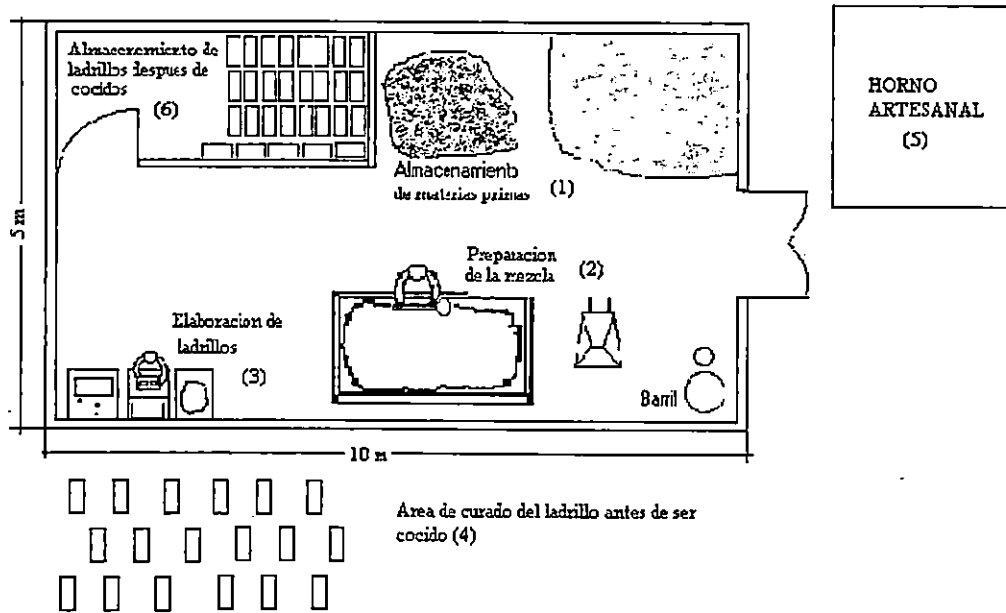
A-1 Bloque de suelo cemento con refuerzo de vara de bambú.



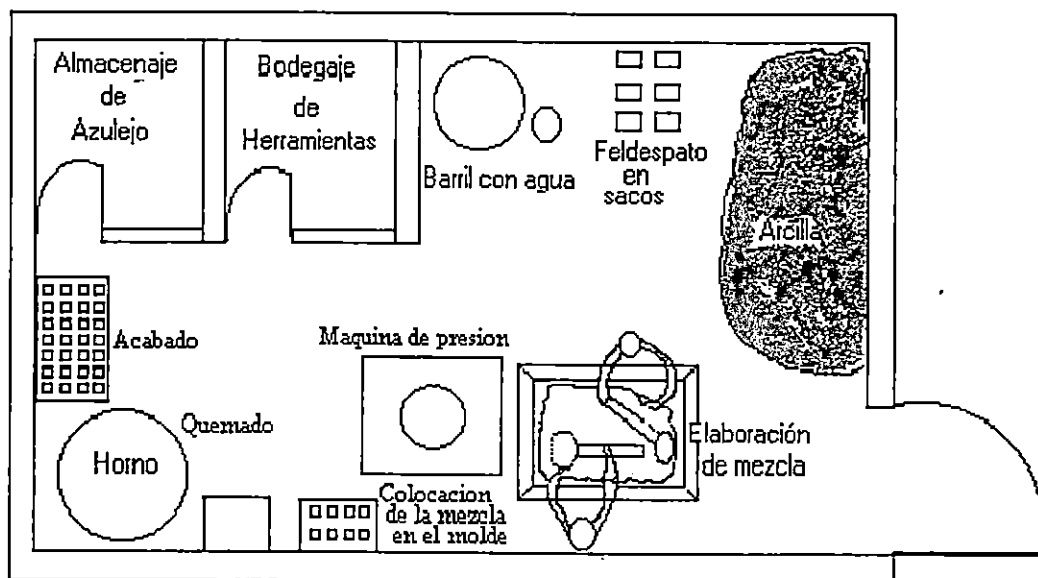
A-2 Bloques de suelo cemento con refuerzo de hierro.



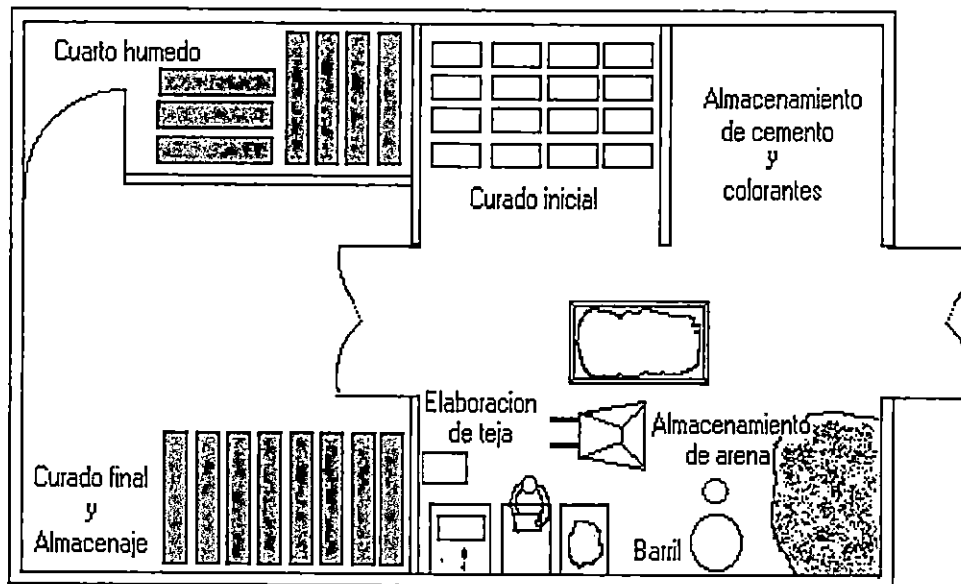
A-3 Planta de ladrillos sólidos.



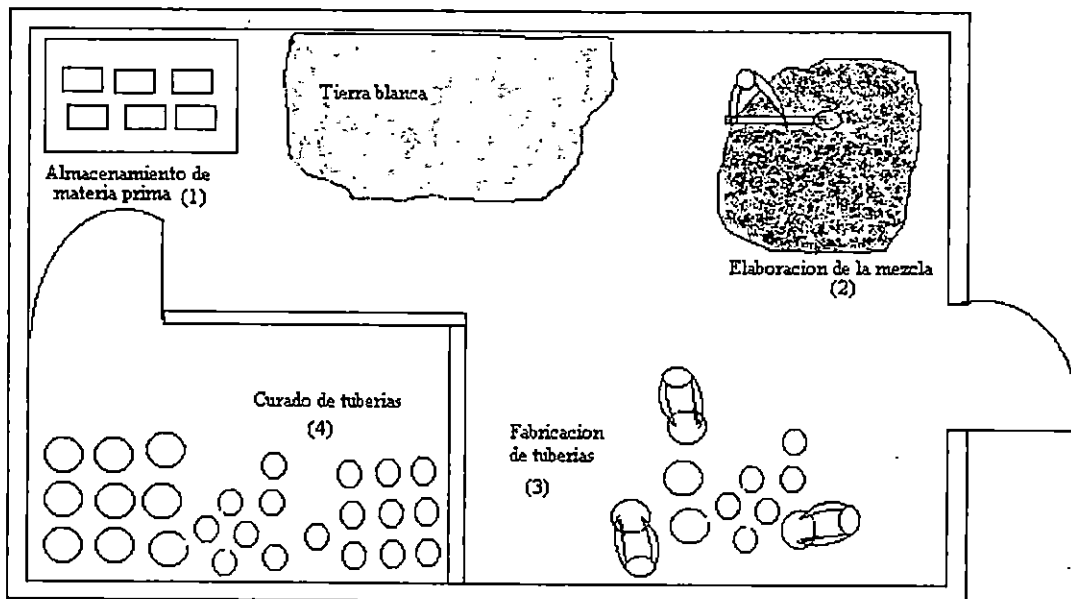
A-4 Planta de azulejo.



A-5 Planta de teja de micro concreto.



A-6 Planta de tuberías de suelo cemento.



ANEXO B

Realización de prueba de revenimiento

manera correcta de realizar la medida de la consistencia con el cono de Abrams

En la mayoría de los casos, la aceptación de un suministro de hormigón depende de una variación de 2 a 3 centímetros en el asentamiento obtenido con el cono de Abrams. Esta variación excesiva puede ser causada por faltas cometidas en la realización del ensayo.



toma de muestras



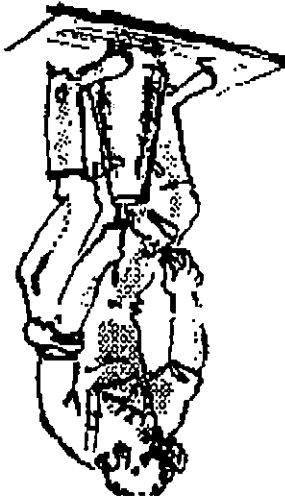
Si el ensayo se realiza para determinar la aceptabilidad del hormigón preparado, las muestras deberán tomarse entre 1/4 y los 3/4 de la descarga del hormigón.

Si el ensayo se realiza para ver la uniformidad del hormigón preparado las muestras deberán tomarse aproximadamente a 1/4 y a los 3/4 de la descarga.

Cada muestra deberá contener una cantidad de hormigón por lo menos algo mayor del doble de la necesaria para hacer el ensayo, y se volverá a mezclar en una carretilla antes de hacerlo.

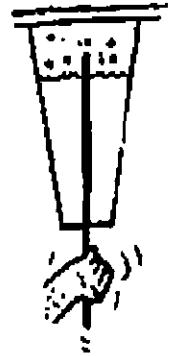
10. Colocar el cono sobre una plancha, losa o una placa de acero.

humedézcase el interior del cono y colóquese sobre una superficie plana, horizontal y firme, también humedecida, cuya área sea superior en varios centímetros a la base del cono. Cuando se coloque el hormigón manténgase el cono firmemente sujeto en su posición mediante los alfileres interiores.



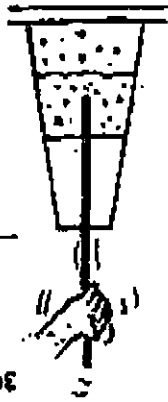
20. Llenar el cono en tres capas

Llévese el cono hasta $1/3$ de su capacidad y compactese con una varilla metálica de 16 mm. de diámetro, 60 cm. de longitud y de extremo redondeado, dando 25 golpes repartidos uniformemente por toda la superficie.



30. Utilizar la varilla

con extremo redondeado en forma de pala. Llévese el cono con la segunda capa hasta $2/3$ de su volumen y compactar esta capa con 25 golpes uniformemente repartidos por la superficie del hormigón y penetrando en él, pero sin entrar en la primera capa.



40. compactar cada capa con 25 golpes

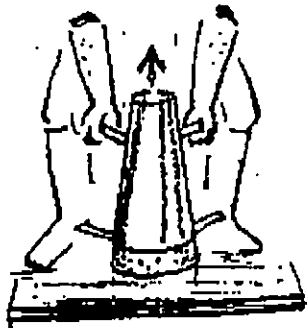
Llévese el cono de forma que haya un ligero exceso de hormigón y luego compactese esta última capa con 25 golpes que penetren uniformemente dentro pero sin que entren en la segunda capa.



50. retirar el exceso de hormigón

Ráfrase el exceso de hormigón con una regla metálica de forma que el cono quede perfectamente liso y ensogado. Quitar el hormigón que haya calado alrededor de la base del cono.





6º. sacar el molde con cuidado

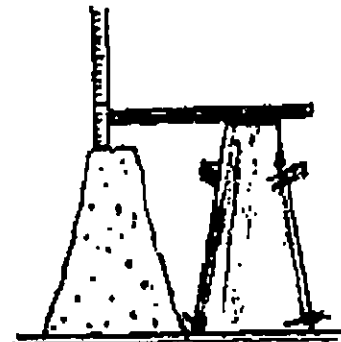
Sáquese el molde levantándolo con cuidado en dirección vertical lo más rápidamente posible.

No mover nunca el hormigón en este momento.

7º. medida del asentamiento

Mídase el asentamiento como se indica en la figura.

Si la superficie superior del cono es irregular, no medir en el más alto o en el más bajo de los puntos, sino en el punto medio.



advertencia

No utilizar nunca el hormigón usado en el cono para fabricar probetas destinadas al ensayo de resistencia.

CUADRO Nº 1

CLASIFICACION DE LAS CONSISTENCIAS SEGUN LOS ASIENTOS MEDIDOS CON EL CONO DE ABRAMS

Consistencia	Asiento en el cono de Abrams en cm.
Seca (S)	0 - 2
Plástica (P)	3 - 5
Blanda (B)	6 - 9
Fluida (F)	10 - 12
Líquida (L)	mayor o igual a 13

Valores del asentamiento recomendados para diferentes tipos de obras

TIPO DE OBRA	Asentamiento en cm. (1)	
	Mínimo	Máximo
Muros y bases armados para cimentación y paredes planas de poca espesor	8	13
Acopios, pilares, pilotes y paredes de estructura	2	10
Losas, vigas y paredes armadas ..	6	15
Columnas de edificios	6	15
Pavimentos	4	8
Construcciones en masa	2	8

(1) Cuando se utilicen vibradores de alta frecuencia hay que reducir estos valores en 1/3 aproximadamente

Los textos de esta hoja se han realizado en colaboración con Interbetong, S.A.

ANEXO C

Manejo de la máquina CIMVA RAM

Colocar la palanca en posición de descanso y abrir la caja deslizando la tapa horizontalmente hasta su tope. Llenar la caja con la mezcla preparada. Ver figura A.

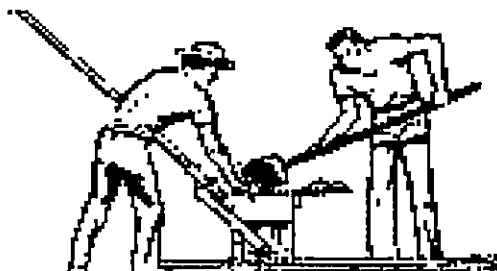


Figura A

Cerrar la caja eliminando así el exceso de mezcla y colocar la palanca en posición vertical desconectando entonces el gancho que la sostiene. Ver figura B.

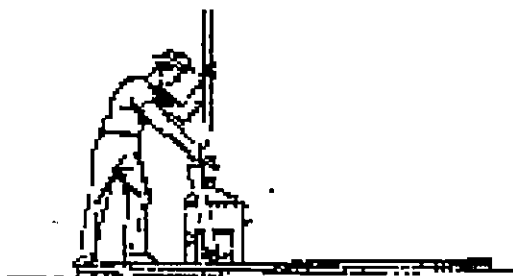


Figura B

Bajar la palanca en dirección contraria a la posición de descanso hasta que quede paralela al suelo. Este movimiento proporcionará la presión necesaria para formar el bloque. Si la caja ha sido llenada correctamente, la acción de bajar la palanca requerirá una presión fuerte. Ver figura C.

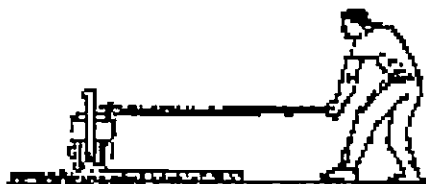


Figura C

Devolver la palanca a su posición de descanso y abrir la caja en la misma forma como se hizo anteriormente para cerrarla. Ver figura D .

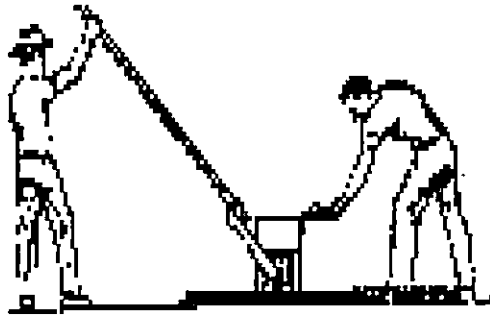


Figura D

Bajar la palanca en dirección opuesta descrita anteriormente hasta que quede paralela al suelo. Este movimiento hace salir el molde.

Desmoldado

Colocar las palmas de las manos en los extremos del bloque cuidando de no dañar las esquinas y bordes del mismo, luego se levanta suavemente y se coloca de canto en el lugar de curado. Ver figura E

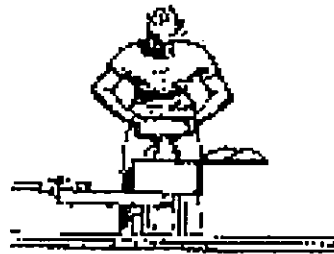
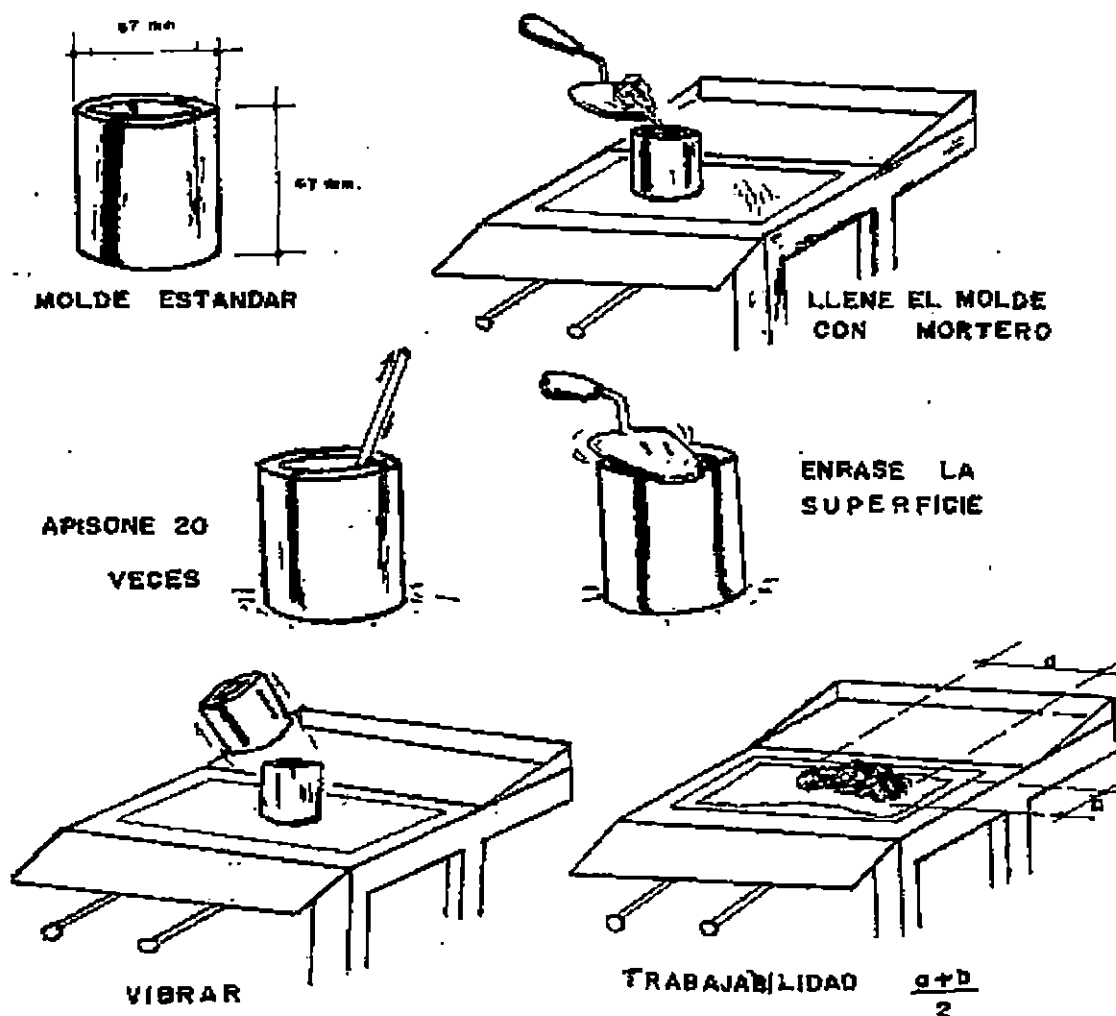


Figura E

ANEXO D

Prueba de trabajabilidad.

El ensayo consiste en colocar una lámina de plástico sobre la superficie de una mesa vibradora, sobre esta se coloca un molde estándar, cuyas dimensiones son de 47 mm de altura por 67 mm de diámetro, se llena el molde con el mortero y se apisona durante 20 veces con una varilla de $\frac{1}{4}$ ". Posteriormente se enrasa la mezcla y se quita el molde, haciendo funcionar el vibrador durante 10 segundos. La siguiente figura muestra los pasos a seguir para realizar la prueba de trabajabilidad.



APÉNDICE
COSTO DE LA VIVIENDA PROPUESTA HECHA CON
MATERIALES NO TRADICIONALES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo"

CONCEPTO : 1 mt2 de ventana

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
ventana solaire con marco de aluminio y celosia	1	m2	¢256.48	¢256.48
SUBTOTAL				¢256.48

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00
			Materiales:	¢256.48
			Mano de obra:	¢0.00
			Herramientas:	¢0.00
			TOTAL COSTO UNITARIO	¢256.48

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : puertas (s.g)

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
puerta troquelada de 2x1	3.00	c/u	ϕ556.00	ϕ1,668.00
SUBTOTAL				ϕ1,668.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Colocación de puerta	3.00	c/u	ϕ60.00	ϕ180.00
SUBTOTAL				ϕ180.00

Materiales:	ϕ1,668.00
Mano de obra:	ϕ180.00
Herramientas:	ϕ0.00

TOTAL COSTO UNITARIO ϕ1,848.00

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo"

CONCEPTO : 1 m2 de pared de bloque de piedra pomez

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
bloque entero de pomez	16.50	unidad	¢1.64	¢27.06
bloque mitad de pomez	2.3	unidad	¢0.82	¢1.89
hierro de 1/4"	0.55	varilla	¢4.55	¢2.50
hierro de 3/8"	0.79	varilla	¢11.90	¢9.40
alambre de amarre	0.02	lb	¢2.45	¢0.05
cemento cuscatland	0.32	bl	¢29.50	¢9.44
arena de rio	0.07	m3	¢62.13	¢4.35
cemento portland gris	0.20	bl	¢35.00	¢7.00
tierra de pomez	0.03	m3	¢15.00	¢0.45

SUBTOTAL

¢62.14

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
pegamento de bloque	18.80	unidad	¢1.84	¢34.59
ho 1/4	0.02	qq	¢89.04	¢1.78
ho 3/8	0.06	qq	¢80.14	¢4.81
colocación de alacranes	1.11	unidad	¢1.66	¢1.84
lleno de bastones	1.50	ml	¢5.60	¢8.40

SUBTOTAL

¢51.42

Materiales:	¢62.14
Mano de obra:	¢51.42
Herramientas:	¢11.36

TOTAL COSTO UNITARIO

¢124.92

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : 1 m3 de excavación de vivienda

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Auxiliar al dia	3.30	hora	¢8.60	¢28.38
SUBTOTAL				¢28.38
Materiales:				¢0.00
Mano de obra:				¢28.38
Herramientas:				¢2.84
TOTAL COSTO UNITARIO				¢31.22

OBSERVACIONES

En este tipo de costos unitarios se involucra un 10% de herramientas sobre el monto del costo

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : 1mt3 de compactación manual

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Auxiliar al dia	7.00	hora	¢8.60	¢60.20
SUBTOTAL				¢60.20

			Materiales:	¢0.00
			Mano de obra:	¢60.20
			Herramientas:	¢6.02
TOTAL COSTO UNITARIO				¢66.22

OBSERVACIONES

En este tipo de costos unitarios se involucra un 10% de herramientas sobre el monto del costo

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : 1 ml de trazo de vivienda

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Cuartón de pino	1.77	vara	¢8.70	¢15.40
Regla pacha de pino	0.55	vara	¢3.60	¢1.98
Pita para trazo	0.04	bollo	¢13.50	¢0.54
Clavo de 2 1/2 galvanizado	0.02	lb	¢2.50	¢0.05
Lapiz bicolor	0.04	unidad	¢5.00	¢0.20
SUBTOTAL				¢18.17

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Auxiliar al día	0.34	hora	¢8.60	¢2.92
SUBTOTAL				¢2.92

Materiales:	¢18.17
Mano de obra:	¢2.92
Herramientas:	¢2.11

TOTAL COSTO UNITARIO **¢23.20**

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : 1 mt2 de limpieza y desalojo

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Deshierbado y desalojo	1.00	m2	¢1.50	¢1.50
SUBTOTAL				¢1.50

Materiales:	¢0.00
Mano de obra:	¢1.50
Herramientas:	¢0.15

TOTAL COSTO UNITARIO **¢1.65**

OBSERVACIONES

Este costo unitario involucra la actividad inicial de hacer una limpieza general del área de Construcción mas un área adicional circundante a esta .

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : 1 ml de andamio

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Cuarton de pino	1.44	vara	¢8.70	¢12.53
Alambre de amarre	0.11	lb	¢2.45	¢0.27
Clavo de 2 1/2 galvanizado	0.07	lb	¢2.50	¢0.18
Clavo de 4 galvanizado	0.04	lb	¢2.50	¢0.10
SUBTOTAL				¢13.07

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hechura de andamio	1.00	ml	¢12.80	¢12.80
SUBTOTAL				¢12.80
			Materiales:	¢13.07
			Mano de obra:	¢12.80
			Herramientas:	¢2.59
			TOTAL COSTO UNITARIO	¢28.46

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO :M2 de limpieza y desalojo final

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
auxiliar al día	0.20	hora	¢8.60	¢1.72
SUBTOTAL				¢1.72

			Materiales:	¢0.00
			Mano de obra:	¢1.72
			Herramientas:	¢0.00
TOTAL COSTO UNITARIO				¢1.72

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : pila

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
hechura y coloc. De pila	1.00	unidad	¢207.48	¢207.48
SUBTOTAL				¢207.48

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
SUBTOTAL				¢0.00
			Materiales:	¢207.48
			Mano de obra:	¢0.00
			Herramientas:	¢0.00
			TOTAL COSTO UNITARIO	¢207.48

OBSERVACIONES

FECHA : 12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo"

CONCEPTO : Solera de coronamiento (1 m)

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hierro corrugado de 3/8"	0.77	varr	¢11.90	¢9.16
Hierro corrugado de 1/4"	0.66	varr	¢ 4.55	¢3.00
Concreto de piedra pómez	0.03	M3	¢ 500.00	¢16.50
Alambre de amarre	1.10	lb	¢ 2.45	¢2.70
tabla de pino	0.00	vr.	¢ 9.10	¢0.00
clavos de 2 1/2"	0.05	lb	¢ 2.50	¢0.13
SUBTOTAL				¢31.49

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Armaduría de HoGo 3/8"	0.06	qq	¢ 80.14	¢4.41
Armaduría de HoGo 1/4"	0.02	qq	¢ 89.04	¢1.96
Moldura de solera de coronamiento	0.00	ml	¢ 12.89	¢0.00
Auxiliar al día	0.09	hora	¢ 8.60	¢0.77
SUBTOTAL				¢7.14

Materiales: ¢31.49

Mano de obra: ¢ 7.14

Herramientas: ¢ 3.86

TOTAL COSTO UNITARIO ¢42.49

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO :Solera de Fundación (1 ml)

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
vara de bambu	0.21	var	¢15.00	¢3.15
tierra blanca	0.06	m3	¢ 40.00	¢2.40
alambre de amarre	0.02	lb	¢ 2.45	¢0.05
cemento cuscatland	0.01	bl	¢ 29.50	¢0.15
SUBTOTAL				¢5.75

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
armaduria de trenzas de bambu	1.83	trenza	¢ 3.00	¢5.49
auxiliar al dia	0.30	hora	¢ 8.60	¢2.58
SUBTOTAL				¢8.07

Materiales: ¢5.75

Mano de obra: ¢ 8.07

Herramientas: ¢ 1.38

TOTAL COSTO UNITARIO ¢15.20**OBSERVACIONES**

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo"

CONCEPTO :Columna (1 ml)

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hierro corrugado de 1/2"	0.75	varr	¢20.91	¢15.68
Hierro corrugado de 1/4"	0.99	varr	¢ 4.55	¢4.50
Alambre de amarre	0.01	lb	¢ 2.45	¢0.03
tabla de pino	5.28	vr	¢ 9.10	¢48.05
Concreto de Piedra Pómez	0.02	M3	¢ 244.20	¢5.37
SUBTOTAL				¢73.63

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Armadura de HoGo 1/2"	0.09	qq	¢ 66.89	¢5.89
Armadura de HoGo 1/4"	0.03	qq	¢ 89.04	¢2.94
Moldeado de Columna	1.00	ml	¢ 22.79	¢22.79
Auxiliar al día	0.06	hora	¢ 8.60	¢0.52
SUBTOTAL				¢32.13

Materiales:	¢73.63
Mano de obra:	¢ 32.13
Herramientas:	¢ 10.58

TOTAL COSTO UNITARIO	¢116.34
-----------------------------	----------------

OBSERVACIONES

FECHA :12-nov-2001

COSTOS UNITARIOS

PROYECTO : Trabajo de Graduación "Manual de Materiales no tradicionales para la construcción de viviendas de bajo costo

CONCEPTO : Zapata (unidad)

MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Hierro corrugado de 3/8"	0.62	varr	¢11.90	¢7.38
Concreto de piedra pómez	0.09	M3	¢ 244.20	¢21.49
Alambre de amarre	0.50	lb	¢ 2.45	¢1.23
SUBTOTAL				¢30.09

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL COLONES
Armaduría de HoGo 3/8"	0.04	qq	¢ 80.14	¢3.53
Auxiliar al día	0.27	hora	¢ 8.60	¢2.32
SUBTOTAL				¢5.85

Materiales: ¢30.09

Mano de obra: ¢ 5.85

Herramientas: ¢ 3.59

TOTAL COSTO UNITARIO ¢39.53

OBSERVACIONES

GLOSARIO TÉCNICO

- Adherencia: es la característica de unirse o pegarse una cosa con otra.
- Aglomerante o aglutinante: es la sustancia o material capaz de unir fragmentos heterogéneos y dar cohesión al conjunto.
- Acidez o alcalinidad: es un estado de arcilla. Se dicen que son más ácidas cuando están situadas en depresiones importantes sometidas a inundaciones estacionarias.
- Autoconstrucción: cuando el mismo interesado es el productor de la obra, tanto económica como técnica.
- Clase Media: conjunto de personas que en una formación social dada, se caracterizan por tener un nivel de vida moderado, tanto económica como socialmente.
- Cohesión: es la acción o efecto de reunirse o adherirse las cosas entre sí, o la materia de que están formados los suelos.
- Disgregación: es la acción de separar, desunir o apartar lo que estaba unido.
- Guía: lista impresa de datos referentes a determinada materia, y en que se dan preceptos para orientar a alguna cosa o fin.
- Humus: materia orgánica de máximo grado de descomposición química.
- Ingreso Mensual: cantidad de dinero que se percibe cada mes.
- Lodos Residuales Orgánicos: es el resultado final del proceso biológico de degradación de la materia orgánica sedimentada compuesta por una mezcla de las aguas negras domésticas (desechos humanos, animales y caseros) y de las aguas pluviales, colectadas en las mismas alcantarillas y llevadas a una planta de tratamiento antes de ser lanzadas a quebradas o ríos.
- Lixiviación: remover material soluble por lavados.
- Machihembrar: (de macho y hembra); ensamblar dos piezas de madera a caja y espiga o ranura y lengüeta.
- Manual: libro que recoge y resume lo fundamental de una asignatura o ciencia.
- Microconcreto: mezcla proporcional de arena, cemento y agua; también llamado micro hormigón y es comúnmente conocido como mortero.

- **Orientación Técnica:** dirigir a las personas en los procedimientos que sirve una ciencia o arte.
- **Panel:** elemento macizo o aligerado y de espesor delgado que se usa para hacer divisiones verticales en el interior o exterior de las edificaciones y que normalmente vienen en módulos prefabricados.
- **Paredes no estructurales:** son aquellas paredes que no soportan ninguna carga estructural, simplemente se les considera como paredes de relleno, o paredes divisorias.
- **Planta de tratamiento:** es un sistema de tratamiento de aguas residuales, por el cual se logra disminuir en gran parte la contaminación de los mismos.
- **Plasticidad del suelo:** es la propiedad del suelo por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse.
- **Pobreza:** estado de una familia u hogar que es necesitado y falta de lo necesario para vivir o que lo tiene con mucha escasez.
- **Población Marginal:** grupo de personas en condiciones sociales de inferioridad, que viven fuera de la sociedad y de sus reglas.
- **Presión:** es la fuerza que ejerce un cuerpo sobre cada unidad de superficie
- **Préstamos:** dinero que se le da a una persona con una garantía de pago.
- **Prisma:** es un sólido limitado por dos polígonos iguales y paralelos, y por tantos paralelogramos como lados tienen dichos polígonos.
- **Recubrimiento:** revestimiento que se le da a paredes o a otras estructuras y depende de las especificaciones, así como los materiales a utilizar.
- **Refuerzo:** característica de añadir una fuerza a un tipo de elemento o estructura.
- **Seguridad Social:** circunstancia en que las personas sientan confianza en el medio en que se desarrollan y viven.
- **Sustancia Bituminosa:** generalmente se conoce así al material que contiene algún derivado del petróleo.

- Tecnología Alternativa: conocimientos técnicos que se tienen como opción de uso con respecto a los tradicionales.
- Vitrificar: cristalizar las partículas de arcilla.
- Vivienda: medio y ambiente material en el que se desarrolla la familia.
- Vivienda de bajo costo: viviendas construidas incurriendo en costos muy reducidos.
- Vivienda en condición deficitaria: tipo de vivienda que está en proceso de deterioro físico por su uso e influencia del ambiente y construidas con materiales de mala calidad que no cumplen con los requisitos de seguridad y salubridad.
- Vivienda digna: Vivienda que merecen todas las personas y que cumplan con requisitos de seguridad, salubridad y calidad.
- Yacimiento: sitio donde se haya naturalmente un tipo de suelo.