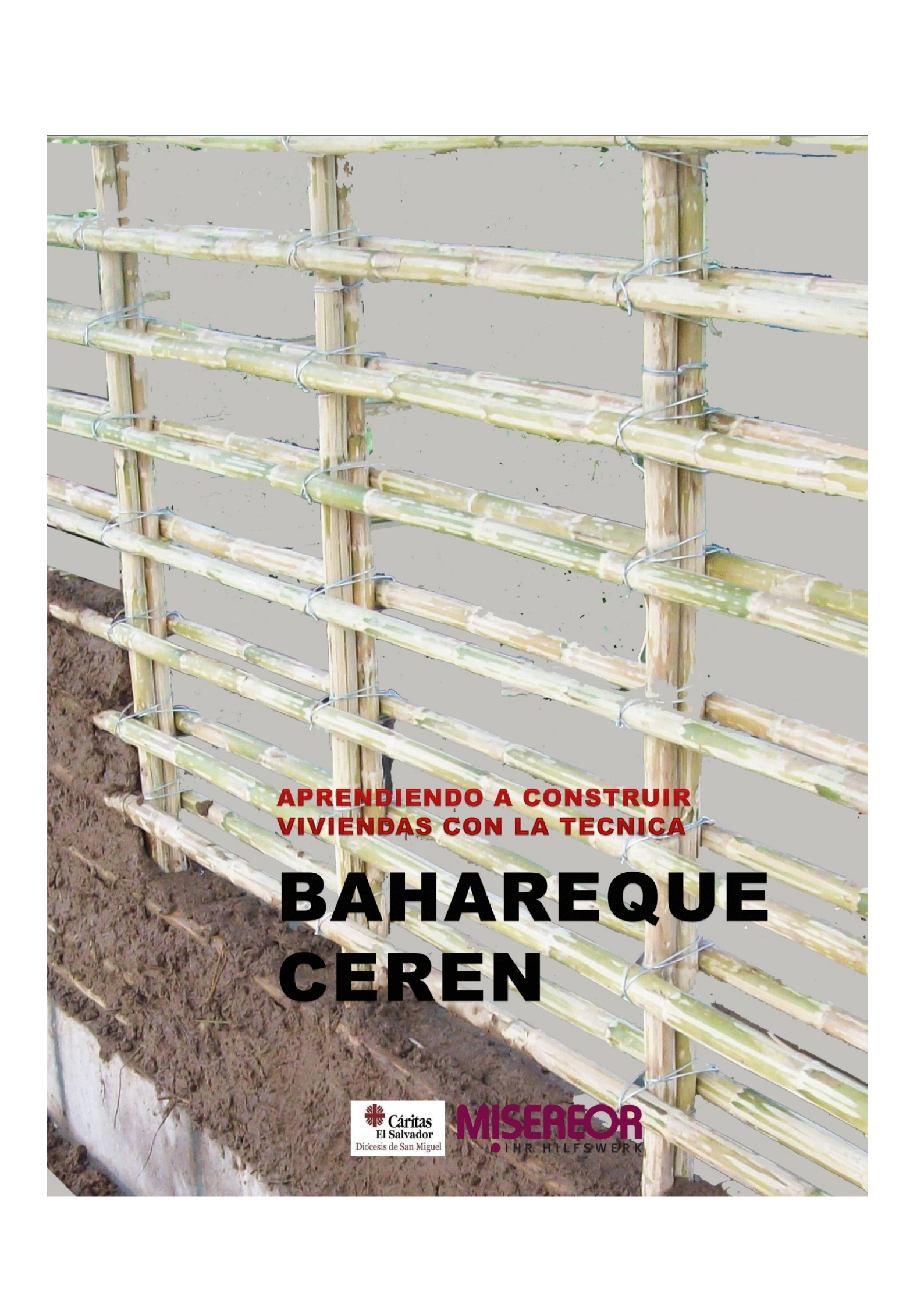




**APRENDIENDO A CONSTRUIR
VIVIENDAS CON LA TECNICA**

BAHAREQUE CEREN

**“APRENDIENDO
A CONSTRUIR VIVIENDAS
CON LA TÉCNICA
BAHAREQUE CERÉN”**

*Caritas de El Salvador
Diócesis de San Miguel*

MISEREOR



Investigación:

Arq. Wilfredo Carazas Aedo.
Consultor MISEREOR

Arq. Sandy Minier
MISEREOR
Arq. Javier Rodríguez
MISEREOR

Ing. Mauricio Navarro
Caritas de San Miguel
Ing. Liliana Cruz
Caritas de San Miguel

Agosto 2010

Diagramación y Dibujos
Arq. Jorge Manzano

Correcciones
Ing. Liliana Cruz
Ing. Mauricio Navarro
Agosto 2010

ÍNDICE

<i>Capítulo</i>	<i>Pág.</i>
Introducción	4
Prólogo	5
1.0 Fases de la elaboración de viviendas de Bahareque Céren	6
2.0 Fase Preliminar	7
2.1 Selección de Tierra	7
2.2 La Prueba de “El Cigarro”	7
2.3 La Prueba de “La Pastilla”	9
2.4 Selección y limpieza de varas de castilla	9
2.5 Preparación de refuerzos de vara de castilla	10
2.6 Elaboración de marco de puertas y ventanas	12
2.7 Selección y preparación del terreno	13
3.0 Fase de construcción	15
3.1 Trazo	16
3.2 Fundación –Excavación, compactación y relleno-	17
3.3 Sobre-Cimiento	20
3.4 Colocación de refuerzos verticales y columnas	23
3.5 Colocación de marco de puertas y ventanas	26
3.6 Colocación de varas horizontales	27
3.7 Colocación de relleno en el muro	28
3.8 Colocación de solera de coronamiento	33
3.9 Instalación de techo	34
3.10 Acabados	36
4.0 Conclusiones	45
5.0 Bibliografía	45

INTRODUCCIÓN

Muchas veces se escucha decir que la construcción con tierra está desfasada y que seguir construyendo con tierra es volver a las épocas de las cavernas, esto lo dicen generalmente los pobladores de la ciudad e incluso gente de las zonas rurales. Dichas opiniones se podrían justificar por el descrédito que alrededor de dichas construcciones se han elaborado. Se nos ha vendido la idea que construir con cemento o bloque es lo mejor y lo más seguro, opinión que lleva interés comercial o desconocimiento técnico sobre la misma.

Con la presente cartilla, queremos contrarrestar de alguna manera las opiniones falsas que se difunden sobre este tema y a la vez ofrecer a los pobladores, de preferencia de las zonas rurales, la forma en que se puede construir una vivienda alternativa, que sea ecológica, segura, económica y agradable para los que la habitan.

PRÓLOGO

Ofrecemos este trabajo a las comunidades y a toda persona motivada en el rescate de nuestras tradiciones constructivas, las cuales se han ido perdiendo poco a poco, siendo suplantadas por técnicas que no toman en cuenta el conocimiento y los recursos locales.

Es pues indispensable ayudar a las familias, sobre todo del área rural con manuales que le faciliten construir sus viviendas, aprovechando sus conocimientos y los recursos disponibles en su localidad.

Como siempre, buscamos en nuestro trabajo ser sembradores de humanidad, acompañando a las comunidades para que día a día vayan conquistando sus legítimos derechos a la vivienda, a la salud y la alimentación.

Agradecemos el apoyo incondicional brindado por MISEREOR para la divulgación de esta experiencia de trabajo.

Pbro. Emilio Antonio Rivas Segovia
Director
Cáritas, Diócesis de San Miguel

1. FASES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UTILIZANDO LA TÉCNICA BAHAREQUE CEREN

El proceso constructivo de viviendas construidas con la técnica de Bahareque Cerén, posee dos fases importantes que son:

LA FASE PRELIMINAR, en la cual se desarrollan actividades previas de selección de tierra, preparación de materiales, lugar y ubicación de la vivienda.



LA FASE DE CONSTRUCCIÓN, en la que se desarrolla propiamente el proceso constructivo.



2. FASE PRELIMINAR

Estas son las actividades que se deben realizar antes de comenzar a trabajar o de manera paralela a otras actividades, estas actividades son:

2.1. SELECCIÓN DE TIERRA:

Es necesario identificar la mejor tierra para hacer el relleno, y para eso debemos saber que existen 4 tipos de tierras básicas las cuales son:

Tierra Orgánica – la cual es de origen vegetal.

Tierra Arenosa – la cual es rugosa, quebradiza y poco pegajosa.

Tierra Limosa – es fina, fácil reducir a polvo y pegajosa.

Tierra Arcillosa – difícil de romper, lenta para deshacerse en el agua, muy pegajosa y fina.

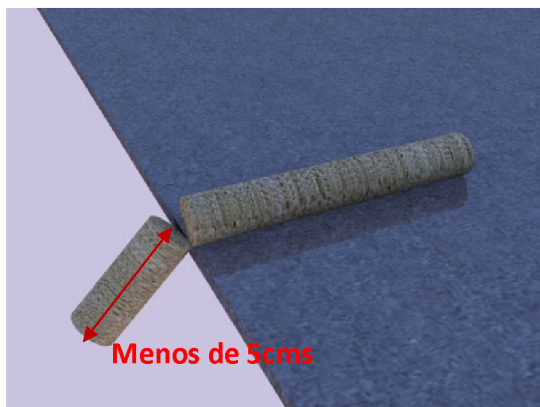
En cada terreno, es muy diferente la tierra que se encuentra, la tierra adecuada para la construcción debe contener cantidades apropiadas de arcilla (barro), arena y limo. En algunos casos no encontramos esta condición natural de la tierra, por lo que es necesario hacer una combinación entre estos tipos de tierras, proporcionando las cantidades necesarias de arcilla, arena y/o limo.

Existen varios tipos de pruebas de campo muy sencillas para seleccionar la tierra más adecuada, entre ellas se encuentran:

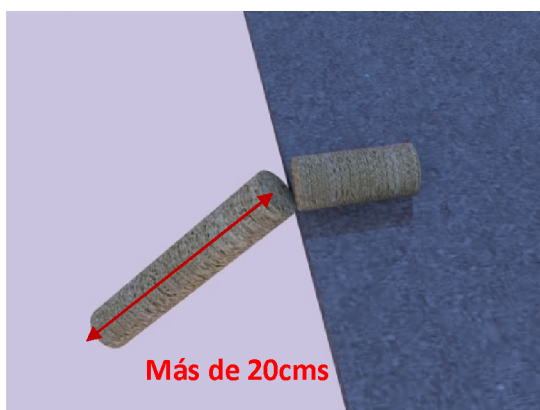
2.2. LA PRUEBA DE “EL CIGARRO”

Esta consiste en hacer un rollo de unos 3cms de diámetro y con una longitud de 20cms, se coloca en una superficie en donde se pueda deslizar hacia al vacío; se repite tres veces este ejercicio y se observa lo siguiente:

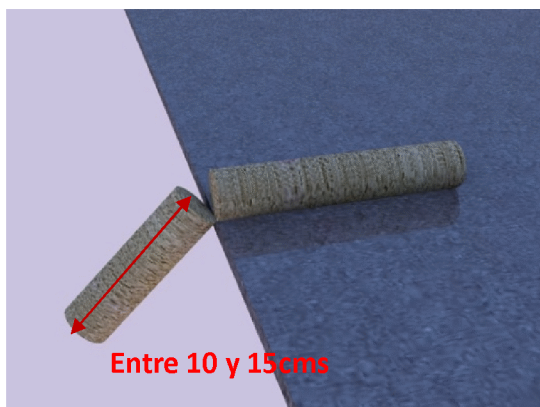




1. Si el cigarro se quiebra a menos de 5cms de longitud, esto quiere decir que ese tipo de tierra o esa combinación de tierra, es muy **ARENOSA**.



2. Si el cigarro se quiebra a más de 20cms de longitud, esto quiere decir que ese tipo de tierra o esa combinación de tierra, es muy **ARCILLOSA**.



3. Si el cigarro se quiebra entre los 7cms y los 15cms de longitud, esto quiere decir que ese tipo de tierra o esa combinación de tierra, es conveniente para trabajar ya que posee una buena consistencia de cohesión y fácil manejo

2.3. LA PRUEBA DE “LA PASTILLA”

- Mezclamos un poco de tierra con agua hasta formar una masa homogénea y moldeable.
- Hacer una pastilla de 10cms de diámetro y 1.5cms de espesor
- Dejar secar la pastilla en la sombra durante 7 días
- Tratar de romper la pastilla presionándola al centro con los dedos.
- Si se quiebra fácilmente quiere decir que la tierra **no es buena**; si resiste la fuerza, quiere decir que es **buena tierra**



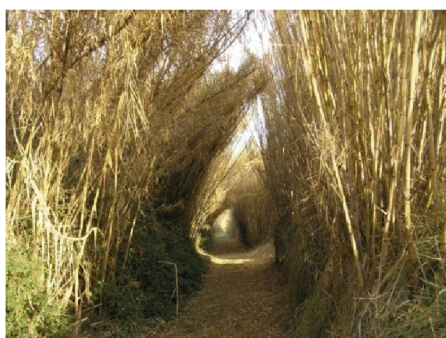
2.4. SELECCIÓN Y LIMPIEZA DE VARAS DE CASTILLA.

La selección comienza desde el momento de corte de la vara de castilla, esta es recomendable que se haga en época seca, en luna menguante, y a una edad adulta de la vara. Debemos seleccionar las varas lo mas rectas posibles y a un diámetro aproximado de 2 a 3cms.

Para su corte se considerará:

- El corte debe realizarse 30cms por encima del suelo; y después de un nudo.
- Si es utilizado como elemento estructural debe cortarse a una edad adulta.
- El corte se hará de manera limpia para no lastimar el tallo.
- Luego se necesita un periodo de secado que este puede ser exponiéndolo al sol; este con el objetivo de expulsar la sabia contenida en el interior del tallo, para ello se deben dejar las varas en el campo de corte de manera vertical sin quitar las ramas y evitando el contacto con el suelo, por unos 4 a 8 días.

Para la limpieza de las varas solamente necesitamos un machete ó cuma para quitar la cascara que las envuelve.



SELECCIÓN DE LA VARA DE CASTILLA



LIMPIEZA DE LA CAÑA

2.5. PREPARACIÓN DE REFUERZOS DE VARA DE CASTILLA

El elemento principal de la vivienda es la vara de castilla, y en toda la estructura se identifican dos elementos importantes los cuales son: refuerzos verticales y refuerzos horizontales.

- 2.5.1 **Las columnas**, Estos son los elementos principales de la estructura que conforma el esqueleto de las Casa elaboradas con la técnica Bahareque Céren.



Las varas de las columnas se cortan a las medidas correspondientes que se plantean en los planos. Luego se hace un pre armado colocando coronas de hierro de $\frac{1}{4}$ " a cada 70cms; se amarran para darle fijeza a la columna pre-armada y se deja así hasta montarla en la base donde se colocará.

- 2.5.2 **Refuerzos verticales o varas de apoyo vertical**, consiste en unir 2 varas que posean un diámetro de aproximadamente 2 a 3 centímetros, amarrándolas entre sí con alambre galvanizado; luego se procede a colocar dichas varas y las columnas previamente armadas en los lugares correspondientes como se muestra en los planos.



Estas varas verticales se amarran entre sí de manera inversa, es decir, se van colocando las partes gruesas en contra de las delgadas, para que exista un equilibrio en el amarre y no quede una parte más gruesa que la otra. Las varas que irán diagonalmente se hacen de igual manera.

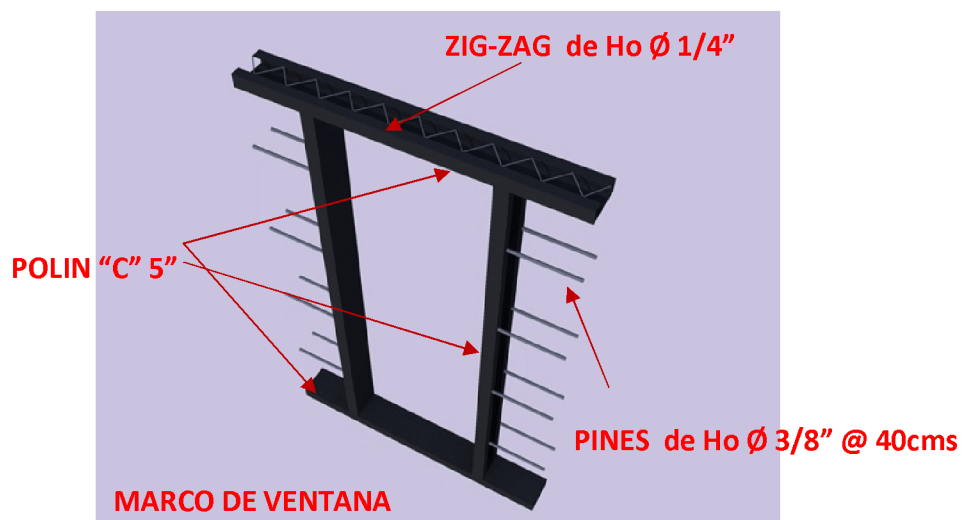
- 2.5.3 **Las varas horizontales**, Otro elemento que existe dentro de la estructura son las varas horizontales, las cuales varían de longitud en toda la estructura.



En el caso de las varas horizontales, se deben de cortar a las medidas correspondientes como aparecen en los planos, el tamaño varía dependiendo del diseño de la vivienda; en nuestro caso existen hasta 28 longitudes diferentes; debido a esto se realizó un cuadro de longitudes, así como su ubicación dentro de la estructura.

2.6. ELABORACIÓN DE MARCO DE PUERTAS Y VENTANAS

Los marcos de las puertas y ventanas se pueden construir ya sea con madera ó polín C, para nuestro caso se utilizó polín C de 5" que va soldado entre sí, quedando la abertura del polín hacia la parte de afuera del marco y se coloca según las medidas indicadas en los planos. Los marcos previamente construidos, deben de colocarse a plomo fijándose a los bloques.

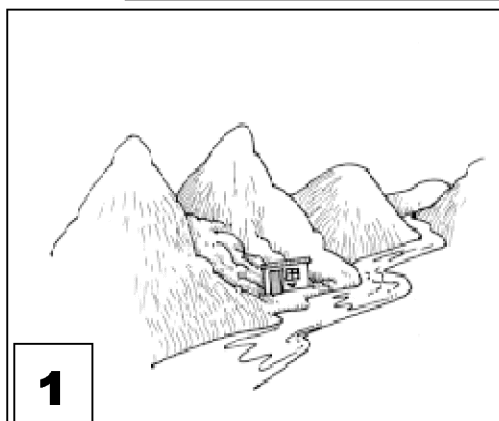


Con respecto a los detalles que se consideran para la elaboración de ambos marcos (tanto de puertas como de ventanas) tenemos que en el polín de la parte superior lleva un **ZIG-ZAG** de varilla de $\varnothing 1/4"$, el cual deberá ir soldado. Los polines que van verticales también llevan **PINES** de varilla de $\varnothing 3/8"$ @ 40cms debidamente soldados, con una longitud de cada pin entre 10cms y 15cms.

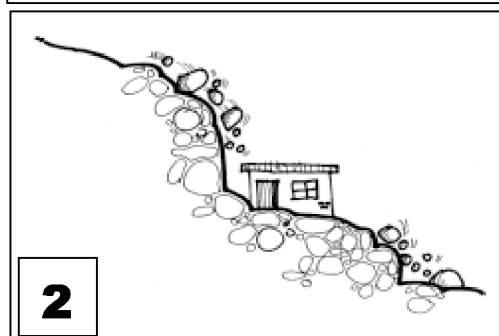
2.7. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

Es muy importante elegir el lugar adecuado para construir la vivienda; se necesitan ciertos criterios básicos de reconocimiento: un terreno plano y seco con un suelo duro sería lo ideal. Luego procedemos a la limpieza del terreno este debe de estar libre de materia orgánica tales como raíces de árboles, basura, etc.

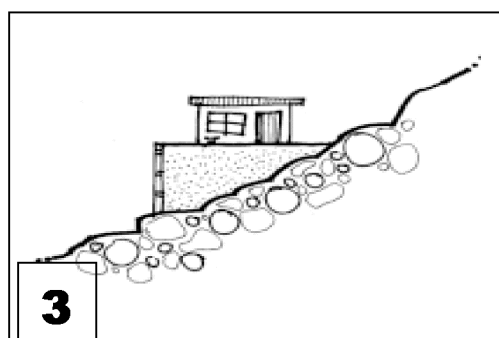
2.7.1 Lugares donde no se debe de construir



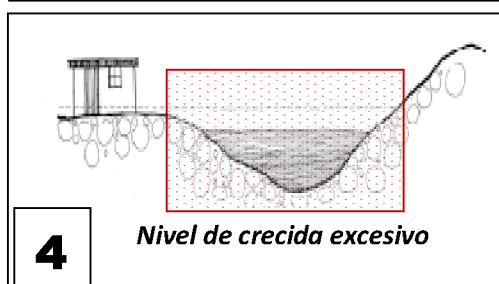
1. EN ZONAS DE QUEBRADA O LADERAS PRONUNCIADAS



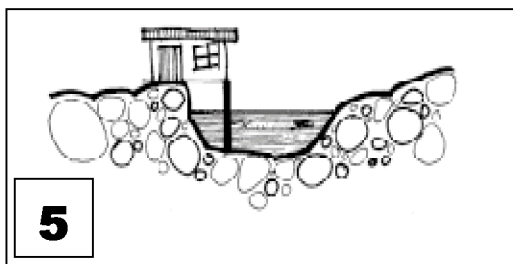
2. EN ZONAS DE DERRUMBES



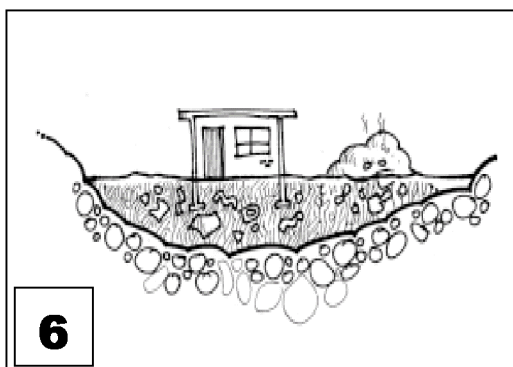
3. SOBRE RELLENOS MAL COMPACTADOS



4. EN ZONAS INUNDABLES POR CRECIDAS DE RÍOS.



5. SOBRE CAUSES Y ACEQUIAS

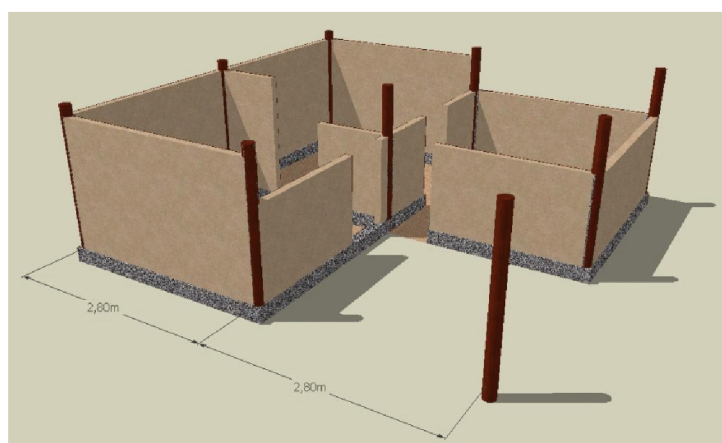


6. SOBRE SUELOS DE RELLENO
SANITARIO O DESMONTE

2.7.2 Forma de la planta arquitectónica

La estabilidad en este tipo de viviendas es muy importante, ya que es un factor significativo para que la vivienda no ceda ante los embates de las fuerzas naturales; por eso es primordial obtener esta estabilidad con las siguientes medidas:

- El Dimensionamiento; mientras más compacta sea la planta, más estable será la vivienda; estas dimensiones pueden tener un máximo de 4.5mts x 4.5mts.
- La Forma; una planta cuadrada es mejor que una rectangular y una circular es la forma óptima.
- La Modulación, la modulación es recomendable debido a que cada módulo que conforme una vivienda puede funcionar como un espacio independiente.



La aplicación de las tres medidas anteriores crea una estructura que pueda responder ante eventos naturales de una manera satisfactoria; ya que los módulos representaran una sección proporcional a la estructura.

Una vez identificado donde se construirá la vivienda de Bahareque Cerén, el siguiente paso será la **LIMPIEZA DEL LUGAR**; procedemos a la limpieza del terreno el cual es dejar el terreno libre de elementos que puedan perjudicar la estructura, tales como materia orgánica, raíces de árboles, basura, etc.

3. FASE DE CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES A REALIZAR.

Las actividades a realizar para la construcción de la vivienda de Bahareque Cerén serán las siguientes:

1ª PARTE

- 3.1 Trazo
- 3.2 Fundación –excavación, compactación y relleno
- 3.3 Sobre-cimiento
- 3.4 Colocación de refuerzos verticales y columnas
–refuerzos diagonales e instalaciones eléctricas–
- 3.5 Colocación de marcos de puertas y ventanas
- 3.6 Colocación de las varas horizontales
- 3.7 Colocación de relleno en el muro
- 3.8 Colocación de solera de coronamiento

2ª PARTE

- 3.9 Instalación de techo

3ª PARTE

- 3.10 Acabados

3.1 TRAZO.

El primer paso para la construcción es la realización del trazo, pero antes de comenzar a trabajar se debe obtener una línea de referencia, la cual tiene que ser definida en el área de trabajo, esta se puede obtener de una línea de construcción existente fuera del área de trabajo.

Posterior a esto se traslada esta línea con una plomada a las niveletas, las cuales consisten en dos costaneras (estacas) hincadas en el terreno que llevan como travesaño una regla pacha, ambas generalmente de madera de pino. Una vez se han trasladado estos puntos a la niveleta se marca con un lápiz de color para que la línea eje de la construcción quede definida en las niveletas; como paso final se procede a colocar los hilos de cáñamo los cuales sirven para proyectar las líneas marcadas y así tener una mejor idea de donde se realizara el próximo paso que será la excavación.

Es muy importante observar que el trazo quede a nivel, bien aplomado y a escuadra; en el trazo además de marcar la ubicación de la excavación de los cimientos, también se marcaran las excavaciones para las cañerías de agua potable y tubería de aguas negras.



Teniendo ubicada la línea de construcción, procedemos a trazar todos aquellos ejes que de acuerdo al plano llegan perpendiculares a la línea de construcción; principalmente los de las paredes perimetrales. Luego se rectifica para estar seguros si las líneas trazadas están escuadra, y se nivela.

3.2 FUNDACIÓN –EXCAVACIÓN, COMPACTACIÓN Y RELLENO–

El primer paso para realizar la FUNDACIÓN es:

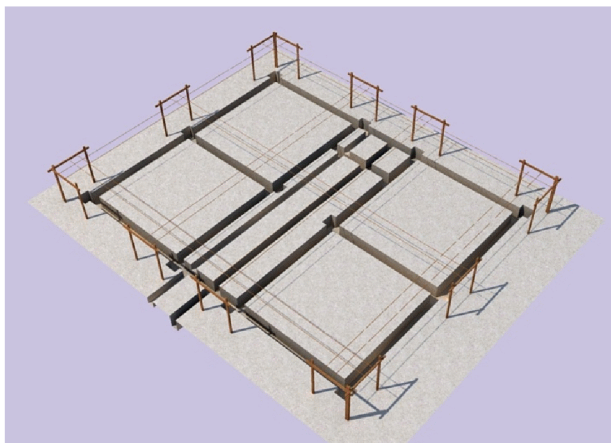
3.2.1 EXCAVACIÓN.

Una vez que el terreno ha sido nivelado y se han trazado los ejes principales de la obra, se procede a marcar los anchos de las excavaciones para el cimiento.

Después de haber realizado el trazo del ancho de las excavaciones, y tener las pitas tendidas, se bajan estos puntos al terreno con una plomada y luego se marcan con cal y con el pico y la piocha; posteriormente se quitan las pitas de las niveletas.

Luego se procede a realizar las excavaciones propiamente dichas, la cual consiste en remover el terreno, haciendo que pierda la cohesión al fraccionar los materiales que la componen.

La excavación óptima y deseada para este tipo de construcciones es de 40cms de profundidad, y el ancho permisible es de 25cms; durante la excavación de vez en cuando se tienden los cordeles del trazo, para comprobar si el ancho de la excavación no se ha desviado.



Una vez trazada el área que se excavará, estas se proyectaran a la superficie donde se hará la excavación; esto se hace con la plomada luego se marca rayando la superficie del suelo con una piocha, se quitan los cáñamos y se procede a excavar hasta la altura que será de 40cms, en el caso de la excavación de las tuberías de A.P. y A.N. estas serán de 40cms y 1.00mts respectivamente, con un ancho de 20cms cada una.

3.2.2 COMPACTACIÓN.

La compactación del suelo es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto y eliminar espacios vacíos aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad para soportar cargas.



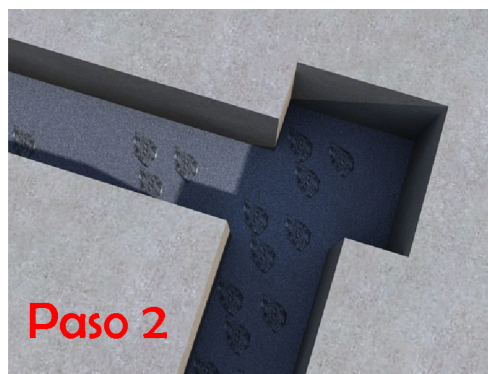
Durante la construcción de una estructura, generalmente el suelo es movido de su posición natural mediante operaciones de excavación. Siempre que esto se haga, el aire penetra en la masa del suelo y el suelo aumenta de volumen. Antes de que este suelo pueda soportar una estructura sobre el suelo, los espacios vacíos deben eliminarse a fin de obtener una masa sólida con gran resistencia.

3.2.3 CIMENTACIÓN.

El Relleno o cimiento se construye de piedra pegada con una mezcla de cemento y su trabajo es transmitir la carga de la estructura al terreno. El peso de la estructura debe de estar adaptado a la capacidad portante del terreno, y debe estar en una forma estable y segura.



1. Ya compactado el terreno, se procede a colocar la piedra, el tipo de piedra que utilizaremos será la llamada “piedra cuarta” o “piedra de corte”, ya que posee una gran adherencia con la mezcla de concreto.

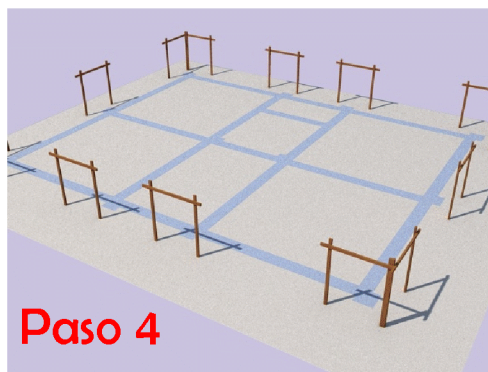


2. Una vez ubicada la piedra se le echa la mezcla de concreto, hasta cubrir la piedra que se puso sobre el suelo; luego se hace un vibrado manual para que esta mezcla asiente bien y no existan burbujas de aire.



Paso 3

3. Cuando se haya vertido la mezcla, y ésta haya alcanzado superar la altura de la piedra, se procederá a colocar una segunda capa de piedra sobre la mezcla hasta alcanzar la altura total del cimiento.



Paso 4

4. Una vez colocada la segunda capa de piedra se procede de la misma manera se hace el vertido de la mezcla de concreto hasta el nivel correspondiente.

Proporción de materiales para mezcla de cemento-arena	
Cantidad	Material
1	Cemento
3	Arena
	Agua



En el proceso de secado del concreto se puede optar por hacer unas marcas o sisas en forma diagonal, esto para que cuando el bloque sea colocado este tenga mayor agarre con la superficie.



Una recomendación para trabajar es construir el cimiento de una vez ya que así se procurara tener un elemento base, monolítico; que en posibles movimientos del suelo este se comporta uniformemente.

3.3 SOBRE-CIMIENTO

Se puede decir que el sobre-cimiento es una extensión del cimiento, que puede ser de piedra, ladrillo o bloque según sea el caso, este sirve para protección de las paredes del agua o plagas en su parte inferior ya que es el punto más frágil de la estructura.

El sobre-cimiento se construye con una dimensión recomendada de 30 a 40cms de alto y 10 a 15cms de ancho.

Para nuestro caso se utilizó bloque de cemento con la siguiente proporción:

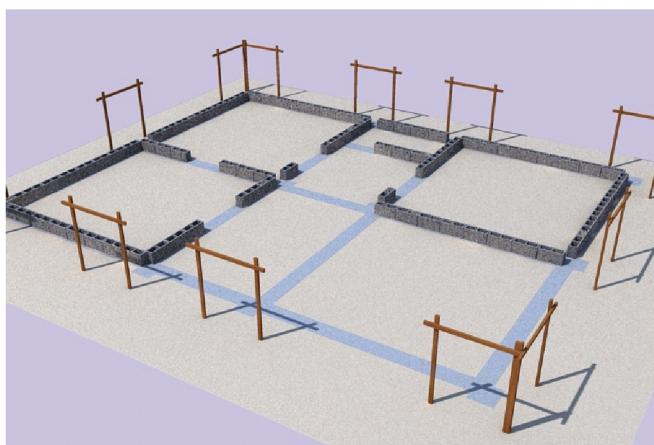
Proporción de materiales para mezcla para pegar bloque		Tipo de bloque	Proporción de material p/llenado de celdas	
Cantidad	Material		Cantidad	Material
1	Cemento	Bloque de 10x20x40cms	1	Cemento
3	Arena		2.5	Arena
	Agua		1.5	Chispa
				Agua

Pasos para la realización del SOBRE-CIMIENTO:

3.3.1 COLOCACIÓN DE LA PRIMERA HILADA DE BLOQUE -10X20X40CMS BLOQUE TIPO SALTEx-

Antes de la colocación de los bloques se procederá a colocar las pitas para alinear y modular los bloques según corresponda en los planos; esto sirve para marcar el eje de la cara exterior o interior del bloque y así tener esta referencia como la cara externa o interna de la pared.

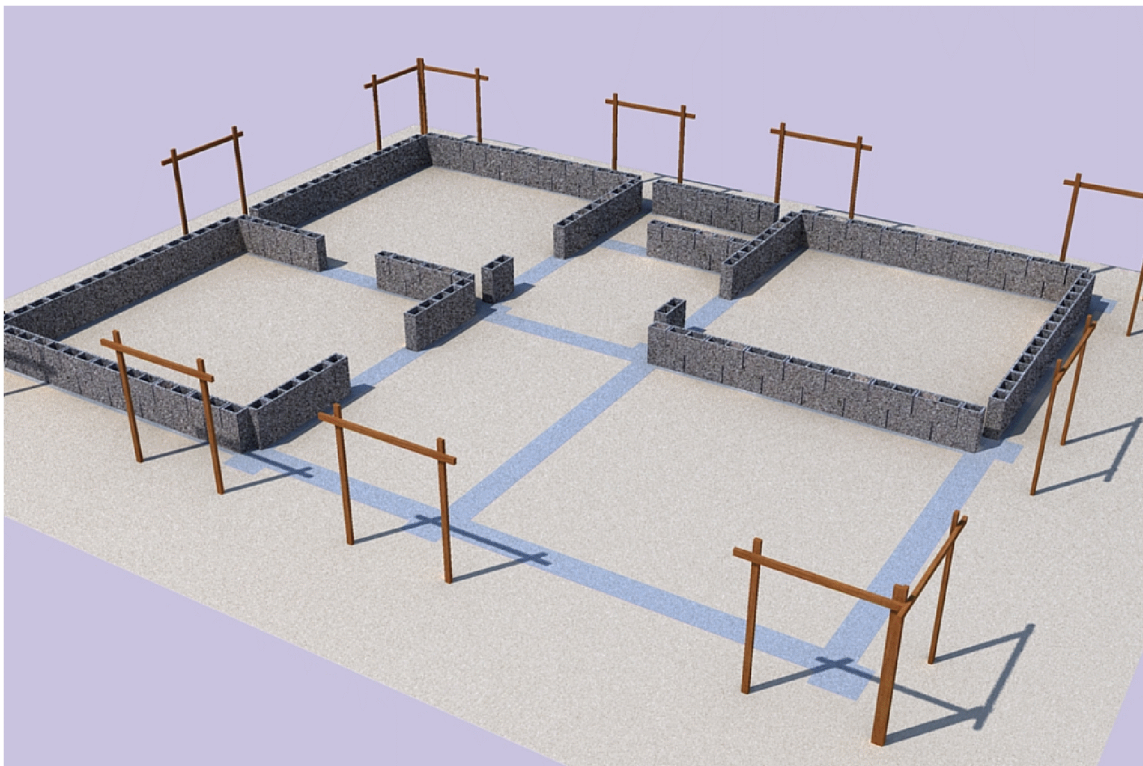
Una vez modulados todos los bloques se procede a su pegado según la modulación; sobre la superficie del cimiento que ya debe estar seca.



La modulación de la primera hilada se deberá regir según la especificación de los planos, ya modulada y comparada contra los planos se pegan los bloques, con una mezcla de mortero según sea la especificación.

3.3.2 **COLOCACIÓN DE LA SEGUNDA HILADA DE BLOQUE** **-10X20X40CMS BLOQUE TIPO SALTEx-**

De la misma manera se hará la colocación de la segunda hilada del sobre-cimiento; la modulación como forma de pre-visualizar la ubicación y posición de los bloques a utilizar, una vez corroborada la modulación según las especificaciones de los planos, se procede a pegarlos.



Como en el colocado de la primera hilada de bloque, la segunda también tendrá que ir comparado con respecto a los planos constructivos.

3.3.3 **ENCOFRADO DE COLUMNAS** **-SOBRE-CIMIENTO-**

Para finalizar con la colocación de los bloques del sobre-cimiento se realizará el siguiente paso que será la colocación del encofrado de las columnas.



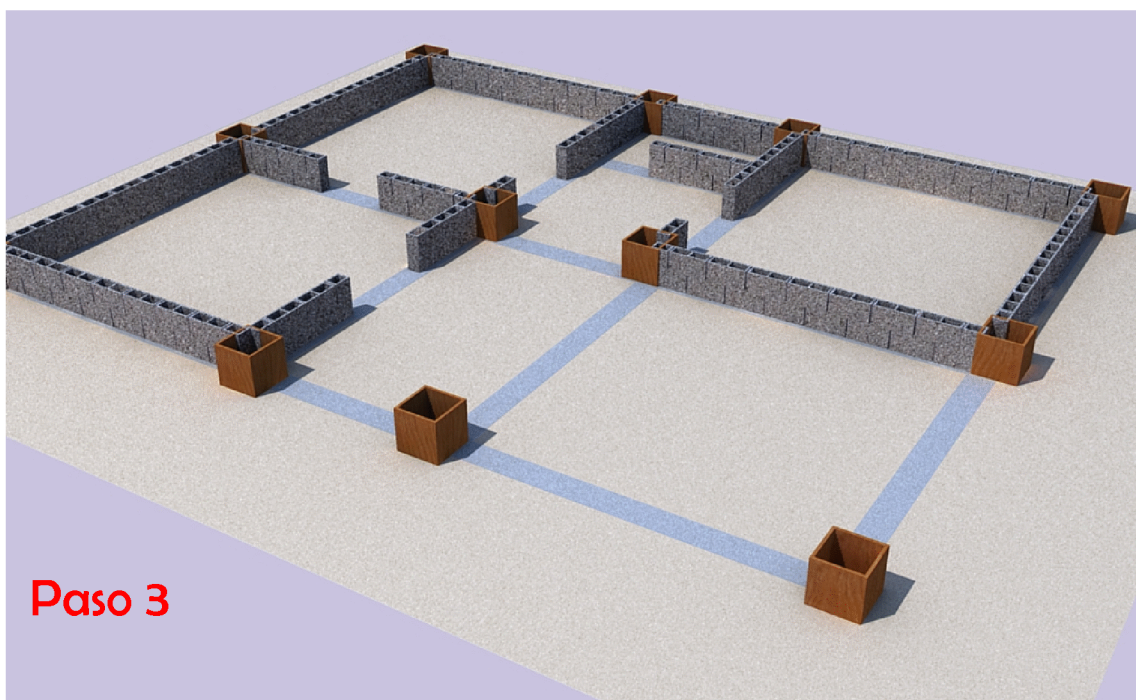
Paso 1

El primer paso será elaborar los moldes de madera para hacer el sobre-cimiento de la columna; estos se harán de tablas que alcancen una altura de 40cms desde el nivel de cemento.



Paso 2

Terminados los moldes según los planos, se procede a colocarlos en donde lo indiquen los planos; estos serán corroborados con los hilos del trazo para que su ubicación sea exacta.



Paso 3

Se colocan todos los encofrados de madera para el sobre-cimiento de las columnas, una vez ubicados se preparan los elementos que irán embebidos en ellas.

La madera utilizada será tabla, estas aproximadamente tienen 22cms de altura así que el encofrado será armado de dos tablas con un travesaño que servirá de apoyo al encofrado.

Esta madera irá clavada con clavos de 2 ½".

Es recomendable alcanzar una altura de 40cms, ya que esta es una altura conveniente para proteger a la pared contra la humedad, la disposición del material para el sobre-cimiento estará en función de la disponibilidad del material, los costos y la rapidez de ejecución en obra.

3.4 COLOCACIÓN DE REFUERZOS VERTICALES Y COLUMNAS –REFUERZOS DIAGONALES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS–

Dentro de este paso se colocan todos los elementos verticales, entre los que están:

3.4.1 LAS COLUMNAS:



Se arman previamente y constan de 6 varas de castilla, amarradas entre sí con coronas de Ho de $\varnothing 1/4''$ a una distancia de entre 0.70mts y 1.00mts según sea el caso; la altura de la columna será como los planos constructivos lo especifiquen.

Las columnas son las primeras que se ubican, ya que estas darán la rigidez para colocar los refuerzos verticales.

Para la ubicación de las columnas se seguirán los siguientes pasos:



Se coloca en los respectivos moldes cada una de las columnas. Además se tienden los hilos del trazo, para saber la ubicación exacta de la columna; se debe tener muy presente que esta referencia con respecto a los hilos es muy importante ya que esta define la ubicación exacta de la columna.

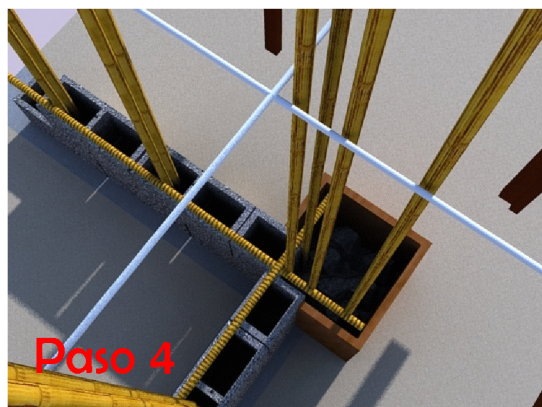


Una vez ubicada la columna se procede a dar plomo, para que esta quede nivelada, una vez nivelada la columna se le colocan puntales para evitar el movimiento de estas. Además también se colocan unas varas guías, que van horizontalmente en la parte inferior y en la parte superior de la columna.



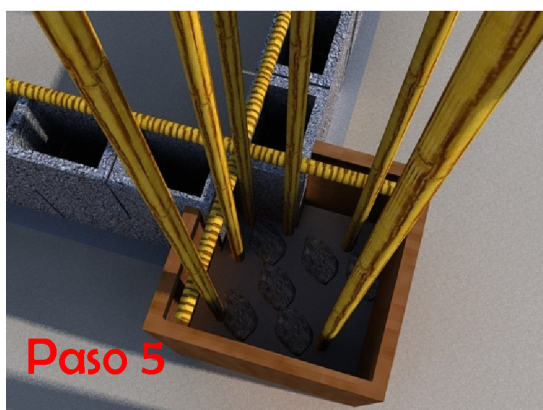
Paso 3

Las guías pueden ser varas de castilla puestas horizontalmente a lo largo donde se extienden todas las columnas.



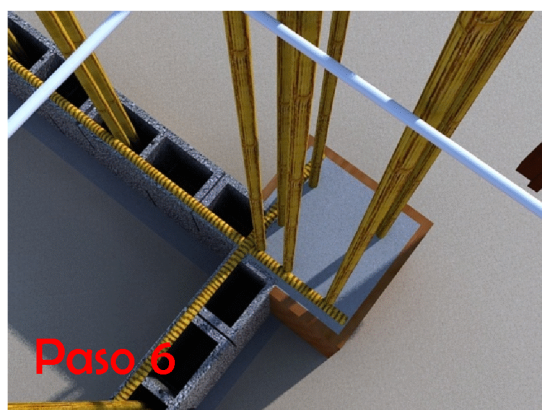
Paso 4

Fijadas las columnas en posición, se le coloca una capa de piedra del mismo tamaño que se utilizó en el cimiento.



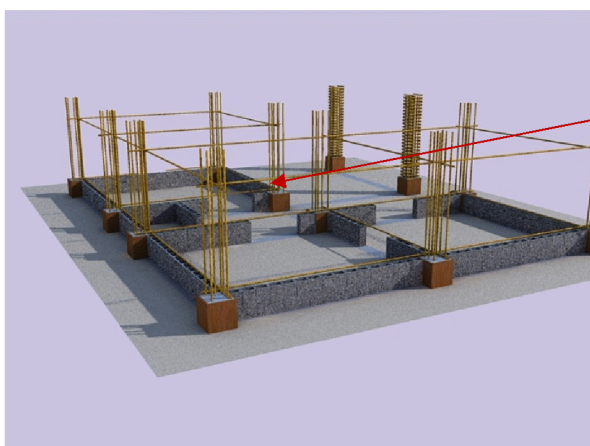
Paso 5

Luego de colocada la piedra se vierte la mezcla, con la misma proporción utilizada para el cimiento:
1 cemento por 3 de Arena.



Paso 6

Una vez cubierta la primera capa de piedra con la mezcla, se hace el vibrado manual y se repite el procedimiento una vez más, hasta llegar al nivel deseado.

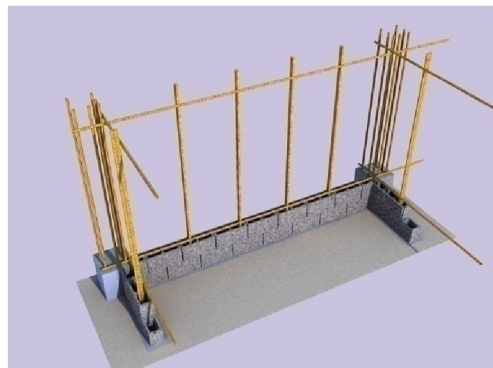


Todos los pasos anteriores se realizan para cada una de las columnas y quedara de la siguiente manera

Proporción de materiales material para mezcla para llenar encofrado	
Cantidad	Material
1	Cemento
3	Arena
----	Agua
----	Piedra Cuarta

3.4.2 LAS VARAS VERTICALES:

Después de colocar las columnas, se procede a colocar los refuerzos verticales, la colocación se hará según la indicación de los planos respectivos, pero como regla general se considera que los refuerzos verticales se colocan a una distancia entre los 70 a 90cms.



Para la colocación de los refuerzos verticales consideraremos los siguientes pasos:



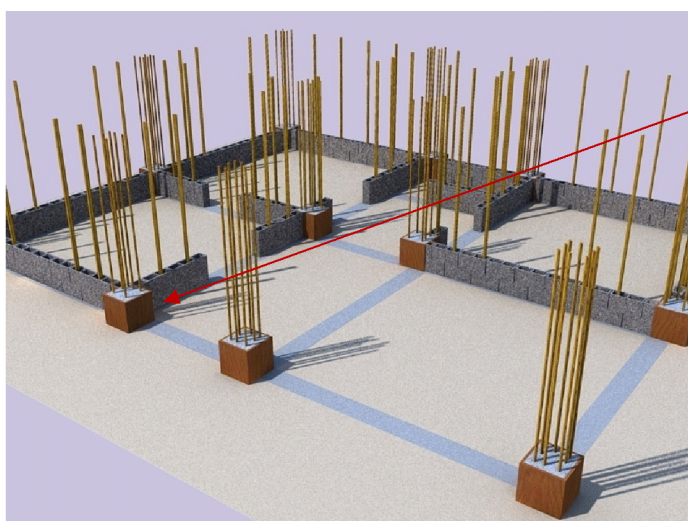
Paso 1

Se introducen las varas verticales en la celda correspondiente, luego se pone a nivel con el plomo; se amarra a la vara guía que viene de la columna, dando la fijeza que se requiere.



Paso 2

Nivelado y fijado el refuerzo vertical, se procede a colocar la mezcla en la celda donde va el refuerzo vertical; esto para dar mayor fijeza a la vara vertical



Rellenas todas las celdas de los refuerzos verticales, el producto final será el siguiente.

Proporción de material para mezcla para llenar encofrado

Cantidad	Material
1	Cemento
3	Arena
----	Agua
----	Chispa o Grava nº2

3.4.3 **LAS VARAS DIAGONALES:**



Las varas diagonales se colocan para brindar un mayor refuerzo a las varas que van colocadas verticalmente, esta vara diagonal va colocada según el detalle constructivo y ayuda a dar mayor verticalidad al refuerzo de la pared.

Estas varas diagonales también van colocadas en las celdas, a la vez también se amarra con los refuerzos, esto para que estén directamente conectados y puedan cumplir su función de brindar rigidez y mantener la verticalidad de las varas.

3.4.4 **INSTALACIONES ELÉCTRICAS:**



En el caso de la instalación de los conductos del cableado eléctrico, una vez fijados todos los elementos de refuerzo vertical –tanto columnas, varas verticales y varas diagonales- se procederá a la colocación de los mismos, esto se hará respetando los detalles de los planos de construcción; considerando la colocación tanto de la caja térmica, como también todas las cajas de tomacorrientes y apagadores.

3.5 COLOCACIÓN DE MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS

Como siguiente paso tenemos la colocación de los marcos de las ventanas y puertas, las cuales deben estar previamente construidas y listas para ubicarlas.

La construcción previa de estos elementos se hará en base a los planos de taller que existen del modelo. Como se mencionó anteriormente, estos marcos están hechos de Polín “C” de 5”, pero también se pueden utilizar marcos de madera.



Cuando se coloquen los marcos nos debemos asegurar que estén bien fijados al sobre cimienta en este caso al bloque de 10x20x40cms



Otro punto que debemos cerciorarnos es que los marcos estén bien aplomados-

3.6 COLOCACIÓN DE LAS VARAS HORIZONTALES

Después de ubicar los refuerzos verticales, comenzamos a colocar las varas horizontales, y podemos comenzar colocando primero las varas de las columnas y después las varas que se extienden a través de todas las paredes.

Como punto a resaltar con la colocación de estas varas se puede optar por comenzar en las columnas que se encuentren aisladas; esto ante todo nos servirá para tener un método para fijar estas varas a lo alto de toda la columna y las paredes.

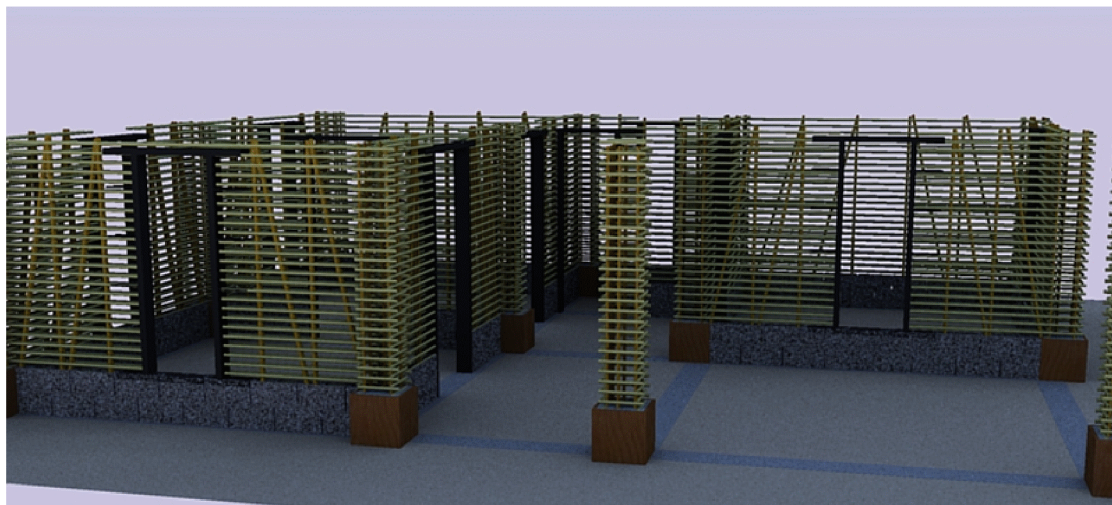
Previamente las piezas de estas varas esta cortadas y con su respectiva ubicación y longitud.



Podemos iniciar con las columnas aisladas ya que son más fáciles para trabajar y así practicar la técnica para amarrar las varas. Todos los amarres de las varas se hacen con alambre galvanizado nº16



El procedimiento para colocar es el siguiente: primero poner una vara a ras de el sobre cimienta y se amarra; después con un "taco" previamente elaborado y de una longitud de 8cms la ponemos sobre la vara que se coloco, esto a medida subamos en la colocación de la vara horizontal nos dará la separación entre cada una de las varas.



De esta manera será la colocación de todas las varas que forma el esqueleto, toda la estructura funcionará como un solo elemento; esta propiedad es la que le da estabilidad a las viviendas construidas con el sistema Bahareque Cerén.

3.7 COLOCACIÓN DE RELLENO EN EL MURO

En el desarrollo de la colocación del relleno de la pared existen elementos que se deben de tener en cuenta para un buen desarrollo de la obra, esos elementos son:

- 3.7.1 La caja térmica y sus respectivos toma corriente/apagadores.
- 3.7.2 Los pines que tienen los marcos de las puertas y las ventanas.
- 3.7.3 Los pines que tendrá la solera de coronamiento.
- 3.7.4 La ventana del servicio sanitario.
- 3.7.5 Los refuerzos horizontales – coronas – de las columnas.

Para iniciar la colocación del relleno se debe tener identificada la tierra a utilizar; procederemos a elaborar el relleno –si la tierra no cumpliera con las consideraciones, se puede contemplar la combinación de dos tipos de tierras.



Una vez identificada y seleccionada la tierra procedemos a hacer la mezcla del relleno y se realizará de la siguiente manera:

1. Se vierte 5 cantidades de la tierra de relleno
2. Luego se hace un volcán
3. Se llena de agua y se va tapando el volcán con la tierra
4. Cuando esté tapada toda el agua del relleno se procede a deshacerla tierra; y esto se hará con los pies ya que esta es la forma más fácil para realizarlo.



5. Luego se deja reposar por 24 horas para que la mezcla esté homogénea.
6. Bien mezclada la tierra se agrega el zacate, este sirve para que la mezcla tenga una mayor cohesión y evita en gran manera que la pared se agriete o el relleno se desprenda.

Proporción de material para mezcla del relleno – si la tierra es optima para trabajar –

Cantidad

5

1/5

Material

Tierra

Zacate

Agua



Una vez hecha la mezcla, comenzaremos relleno primero las columnas ya que estas darán la rigidez requerida cuando haya secado la mezcla



Después procederemos a echar la mezcla en las paredes; se sugiere llenar 1 metro diariamente, esto para que se seque más fácilmente y también para evitar el desplome de la pared a causa del peso de la misma.

Si la tierra no tuviese las condiciones de una tierra aceptable para hacer el relleno, entonces optaremos por proporcionar cantidades de tierra y arcilla para lograr la mezcla aceptable. Esto lo haremos de la siguiente manera.



La elaboración del relleno tiene los siguientes pasos:

1. Se hace un volcán de tierra, y dentro del volcán se coloca tierra arcillosa (barro).
2. Después de colocado el barro se agrega 2 cubetas de agua-en el caso de estar totalmente seca la tierra- si no se va proporcionando con respecto a la humedad del material.
3. Se procede a deshacer el barro dentro del volcán con los pies- ya que es más fácil de esa manera-.
4. Una vez desecho el barro se procede a mezclarle la tierra blanca poco por poco hasta mezclar el volcán de tierra blanca con el barro.
5. Se mezcla hasta que el barro este combinado con la tierra blanca.
6. En ese punto se coloca el zacate picado sobre la superficie de la mezcla.
7. Y de igual manera se procede a mezclar bien el zacate en la mezcla de barro y tierra.
8. Ya bien combinada la mezcla se puede colocar en el esqueleto.

Proporción de materiales para mezcla del relleno – proporcionando materiales –

Cantidad

5

1

1/5

Material

Tierra Blanca

Barro ó Arcilla

Zacate

Agua

Las paredes se rellenaran de la manera anterior, pero en el relleno de las paredes se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 3.7.1 **La caja térmica y sus respectivos toma corriente/apagadores**, en estos se dejaran sin rellenar las áreas donde vaya ubicados estos elementos.

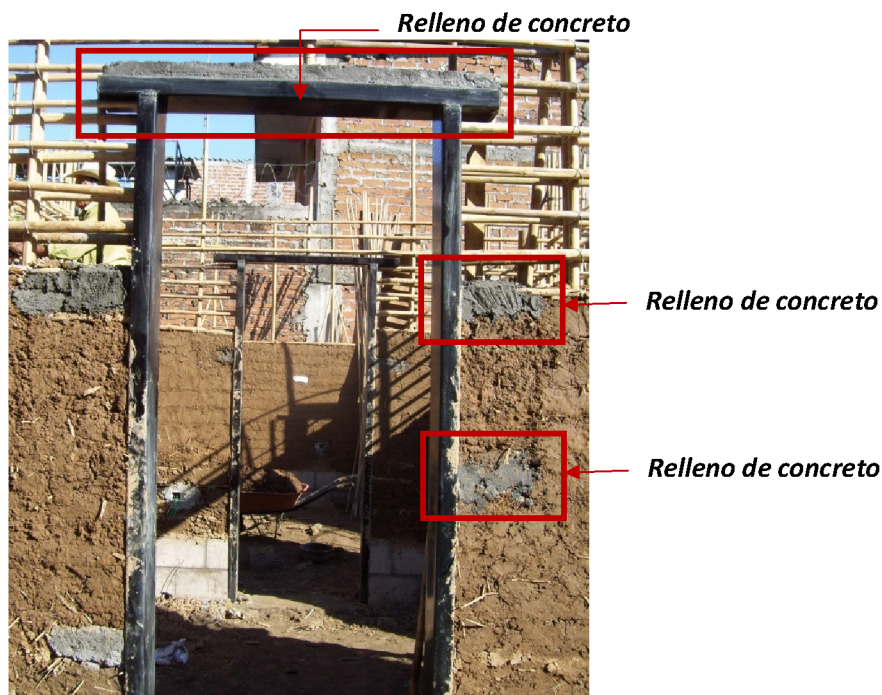


DETALLE DE CAJA DE TOMA/SWITCH



DETALLE DE CAJA TÉRMICA

- 3.7.2 **Los pines que tienen los marcos de las puertas y las ventanas**, las puertas y las ventanas llevan pines los cuales se les protegerá con una capa de concreto en cada punto donde este se encuentre, además se coloca una capa de concreto a la parte superior del marco esta sirve también como protección de la corrosión del polín a la humedad de la tierra.



- 3.7.3 **Los pines que tendrá la solera de coronamiento**, de igual manera se dejará un espacio para los pines que se colocaran en la solera de coronamiento.



- 3.7.4 **La ventana del servicio sanitario**, este marco prefabricado se colocará sobre una pequeña solera e igual se le hace un apuntalado para que este fija a la estructura.



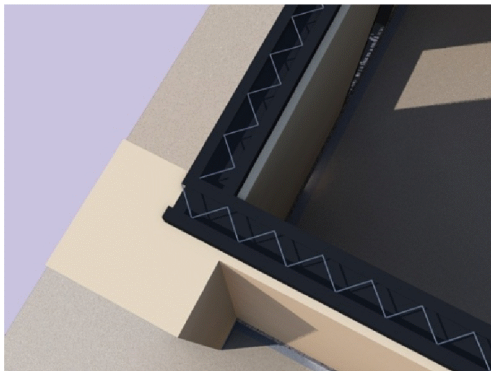
Esta pequeña solera que se construye se hace con la idea de proteger el hierro de la humedad a la que se expondría se estuviese en contacto directo con la mezcla de tierra.

También hay que considerar que las columnas poseen unas coronas de hierro así que a estas también se les hará un pequeño lleno de mezcla de concreto que de igual forma servirá para proteger de una futura corrosión.

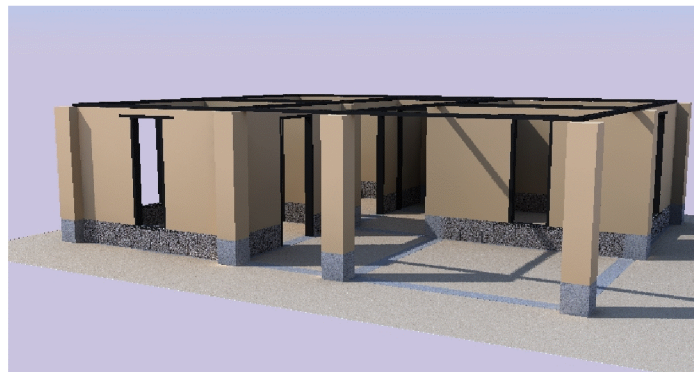


Para la colocación de la mezcla se hará un pequeño molde donde se encuentre la corona, luego se verterá la mezcla; esta deberá ser de una dosificación del 3 x1. Esta pequeña colado se hará donde se encuentren todas las coronas de todas las columnas.

3.8 COLOCACIÓN DE SOLERA DE CORONAMIENTO



El polín de coronamiento va con la parte abierta hacia arriba, y esta lleva un zig-zag, este se rellena con una mezcla de concreto, que al igual que los casos anteriores sirve para que no ingrese lodo provoque excesiva humedad y NO provoque corrosión.



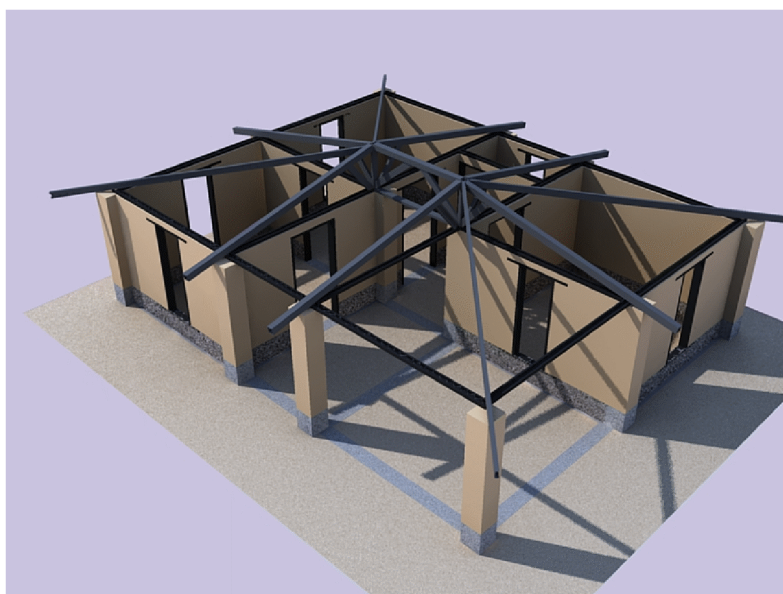
De esta manera quedaran dispuestos los polines de la solera de coronamiento listo para comenzar a colocar la estructura del techo.

3.9 ESTRUCTURA Y CUBIERTA DE TECHO

La estructura de techo se puede construir de madera, polines o de otros elementos que se utilicen en las estructuras de techos – bambú, u otro tipo de madera –

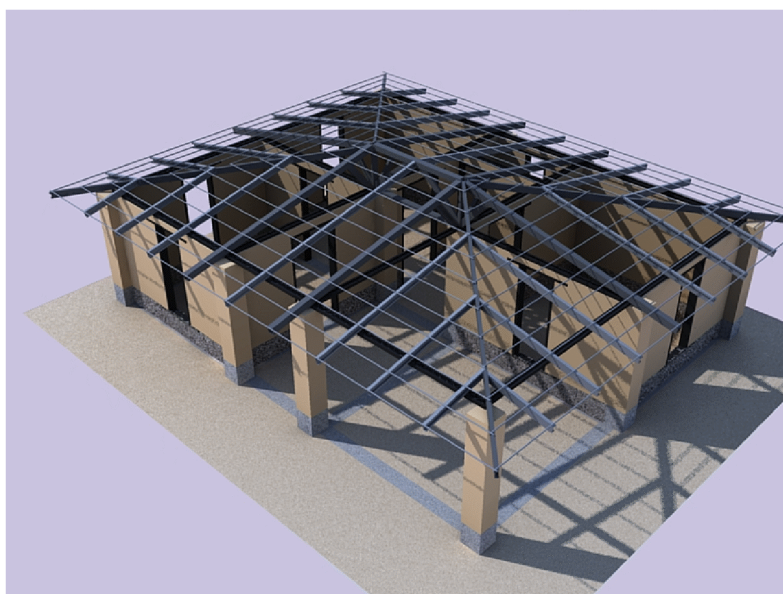
Para la colocación del techo se descompone en varias actividades, pero podemos encerrarlas en tres muy importantes:

3.9.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL:



Primero se colocara la estructura principal del techo es cual está hecho de polín “C” de 4” encajuelado, este ira soldado; la estructura tiene que estar aplomada para que no existan errores de instalación más adelante.

3.9.2 ESTRUCTURA SECUNDARIA Y GUÍAS:



Una vez instalada toda la estructura principal del techo; procedemos a colocar los apoyos secundarios; estos serán de polín “c” de 4” y las guías longitudinales serán varillas de Ho de 3/8” estas tendrán una separación de 40cms entre cada varilla.

3.9.3 **CUBIERTA DE TECHO:** para la cubierta de techo se puede utilizar lámina ó teja de micro concreto por ser más livianas que la teja de barro tradicional. Para nuestro caso se utilizo teja de micro-concreto.

Para su colocación debemos considerar:

- Se comienza a entejar de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba en hileras de tres, en la última fila se coloca la teja de dos tacos de fijación para evitar el movimiento de las tejas por causa del viento.
- Es conveniente utilizar un hilo para dejar las tejas bien alineadas
- El montaje debe hacerse en sentidos opuestos al de los vientos predominantes
- La estructura que cargara las tejas serán clavadas o soldadas – según sea el caso – a cada 40cms.
- El capote se pega con una mezcla de cemento en las partes diagonales.



COLOCACIÓN DE TEJA.



COLOCADO LA TEJA SE VERA ASÍ



3.10 ACABADOS

Los acabados en una construcción son aquellos elementos que sirven para proteger de la intemperie, dar seguridad y comodidad, así también para embellecer visualmente una estructura. Estos comprenden los siguientes elementos:

3.10.1 Repello.

3.10.2 Pintura.

3.10.2.1 Pintura a fresco

3.10.2.2 Pintura en seco

3.10.3 Colocación de piso.

3.10.4 Colocación de ventanas.

3.10.5 Colocación de puertas.

3.10.6 Accesorios

3.10.1 Repello

a. Preparar las paredes quitándoles el exceso de lodo.



Elementos hechos para la limpieza del exceso de lodo en la superficies de las paredes.

Estas pueden hacerse de una pequeña plancha de unos 10x20cms, de madera de tabla; y clavos para madera de 2 1/2".



También se pueden comprar cepillos de alambre que se consiguen en cualquier ferretería.

La diferencia está en el precio y además en que las hebras se quiebran más rápidamente; esto haría incurrir en un gasto mayor

Con un cepillo de alambre se raspan las paredes en forma horizontal y diagonal, luego con una escoba se barren las paredes para quitar el polvo y humedecer las paredes.



Se pasará el cepillo hechizo raspando el exceso de lodo que existe sobre la pared, este raspado se hará en forma diagonal y horizontal esto para que exista una buena superficie en el momento de aplicar el repello.



Luego se procede a pasar una escoba para limpiar el sobrante de la superficie raspada; la escoba puede estar un poco húmeda esto para que la superficie quede apta para el siguiente paso que es el repello.

b. La mezcla de la primera capa estará compuesta por:

1 Tierra+ 2 arena sin colar + 2 cal hidratada





La primera capa de repello azotado, queda un tanto rustica pero esta es para que se adhiera la segunda capa.
En las columnas se realiza un pequeño molde; además en toda la superficie de todas las columnas se pueden colocar clavos para que la mezcla tuviese mayor adherencia a la pared.

c. La segunda capa de repello es una mezcla más fina:

1 Tierra+ 3 arena colada +1 cal hidratada

Esta mezcla se debe de aplicar cuando la primera capa está totalmente seca, tiene la propiedad de sellar los poros y agujeros que generalmente quedan en la primera capa.



Se da un acabado con plancha de madera para que quede una superficie rugosa.



La segunda capa de repello al ser más fina sella los poros; este acabado se hace con la plancha de madera para que resulte una superficie rugosa; la pared ya está lista para aplicar la pintura.

3.10.2 Pintura

Las paredes se pueden pintar con otra tonalidad de tierra, con cal o pintura comercial.

Existen 2 tipos Pintura a fresco y pintura a seco.

3.10.2.1 Pintura a fresco

La pintura a fresco se aplica 4 horas después de aplicar la última capa de repello antes de que seque totalmente la pared.



La mezcla de pintura debe de estar previamente preparada:

1 tierra de color (piedra triturada y tamizada) + 1 cal + 5 agua



Preparada la mezcla de tierra de color y el agua tendremos algo parecido a esta combinación.



Luego procedemos a aplicarlo sobre la pared; la aplicación la haremos con una brocha.

La pintura en fresco se aplica en el interior de la vivienda para proporcionar un ambiente más limpio y agradable.

3.10.2.2 Pintura en seco

La pintura en seco se aplica cuando la pared está seca se puede aplicar pintura de cal (cal hidratada + agua) ó pintura comercial del color deseado.



Esta pintura se aplicará en el exterior de la manera que se realiza comúnmente.



OBSERVACIÓN: Para el interior del baño se repella con cemento a una altura de 1 metro, para proteger de la humedad; esta puede ir enchapada si se deseara así.

3.10.3 Colocación de pisos.

Como siguiente paso a la pintura se colocará el piso, este será según la preferencia; en este caso se colocó ladrillo de barro en forma de hexágono con dimensiones de 23,2cms x 23,2cms; y este se coloca de la siguiente manera:

- a. Se hace la excavación del área donde se colocara el piso; esta excavación será de 15cms.



- b. Después de la excavación se realizará la compactación del área donde trabajaremos, la compactación se hace de manera manual y se colocará una capa de suelo cemento al 5%.

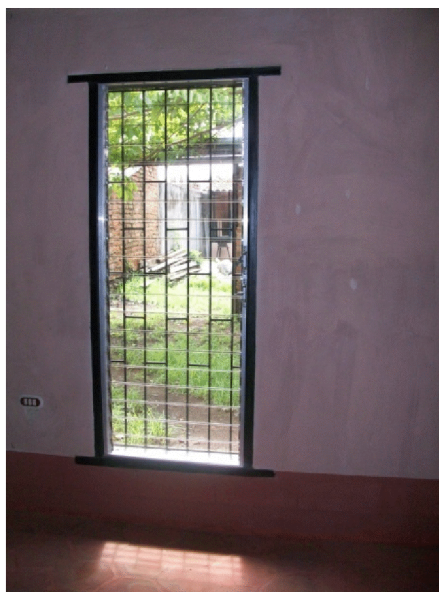


- c. Por último procedemos a colocar una capa de grava ó chispa y sobre está colocar las piezas del piso; se coloca una por una y se irá corroborando el nivel de cada uno de las piezas, esta corrección se puede hacer con un nivel de mano.



3.10.4 Colocación de ventanas

Como último paso en la construcción se procede a la colocación de las ventanas, en la vivienda de Bahareque Cerén se colocaron ventanas tipo primavera color bronce; esta tienen un marco y operadores de aluminio.



3.10.5 Colocación de puertas

Colocadas las ventanas procederemos a la colocación de las puertas. El marco de la puerta es de polín "c" las mochetas de las puertas serán de tubo estructural cuadrado, y luego se pinta y coloca la puerta prefabricada según las dimensiones pertinentes.



3.10.6 Accesorios.

Como accesorios entenderemos como los últimos misceláneos que se colocaran; entre los que tenemos:

- **Colocación de los tomacorriente y apagadores, además de las luminarias**
- **Colocación de accesorios del baño**
- **Colocación de canales y bajadas de aguas lluvias**

Estos serán instalados por técnico correspondiente, además de verificar si su instalación está debidamente colocada.

- **Colocación de canales y BALL**

CANALES en la colocación de estos se debe tener en cuenta lo siguiente:

Las dimensiones de los canales serán: 15cms de alto y 20cms de ancho, la longitud de esta dependerá de la longitud del techo a cubrir; este canal se hará de lámina galvanizada lisa calibre 16.

BALL Se utilizarán los prefabricados de tubos de PVC y se colocarán según estén dispuestos en los planos constructivos.

4. CONCLUSIONES

- La construcción con tierra es una alternativa que sigue teniendo validez en nuestros días.
- Es un tipo de construcción fácilmente asimilado por los pobladores, ya que es y ha sido parte de sus tradiciones constructivas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- CARAZAS, Aedo Wilfredo; RIVERO OLMOS, Alba, *Bahareque: Guía de Construcción Parasísmica*, MISEREOR, ediciones CRATerre
- RODRÍGUEZ, Carlos, *Manual de Autoconstrucción*, editorial Pax, México, 2005
- *Apuntes de Campo*, Cáritas, Diócesis de San Miguel.



FRENTE AL CALENTAMIENTO GLOBAL

**...Construyamos nuestra casa con
materiales que no contaminan...**

TIERRA