



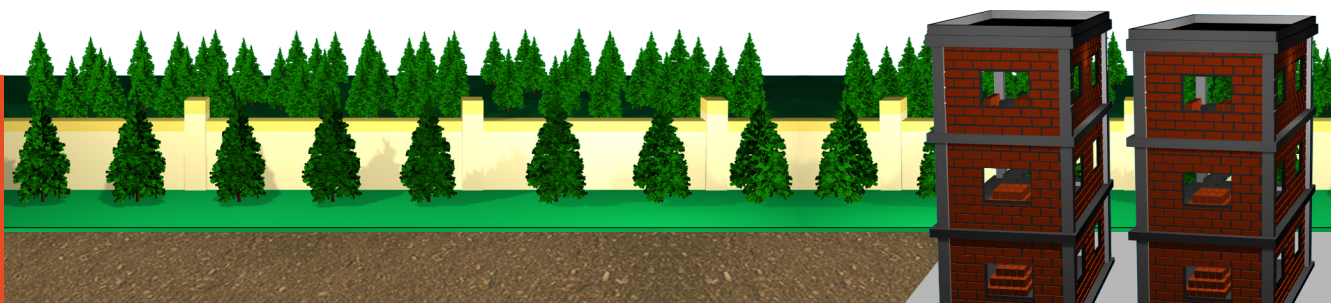
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL
Hábitat
y la **Construcción**
Regional Antioquia

TECNOLOGÍA EN CONTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES



**MATERIALES
ALTERNATIVOS**





Información general

Programa de formación:	Tecnólogo en Construcción en Edificaciones
Red de conocimiento:	Construcción
Contexto educativo al que está dirigido el recurso:	Tecnólogo
Material de formación asociado a guía(s) de aprendizaje (número de la guía):	GUÍA 15 – CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES
Nombre del recurso a desarrollar:	Objetos Virtuales de Aprendizaje OVA Construcciones Sostenibles
Palabras claves del recurso:	Construcciones sostenibles, materiales alternativos, procesos constructivos sostenibles
Descripción educativa del recurso (Para qué sirve el recurso):	Este Objeto Virtual permitirá conocer a los aprendices los principales conceptos sobre diseño y procesos constructivos con materiales alternativos y de bajo huella de carbono.
Área ocupacional:	Ingeniería
Idioma del recurso:	Español
Nivel de interactividad:	Alta: Este recurso permite interactuar activamente a través de funcionalidades que permite que los usuarios puedan realizar actividades de participación directa y guiada.
Rol de usuario final educativo deseado:	Instructores y aprendices del área de la construcción de edificaciones
Datos de los expertos desarrolladores del recurso educativo digital (nombres, número de documento, contacto):	Diana Lucelly Quintero Barco – Instructora – CC.54258.948 Ana Cristina Morales Echeverri - Instructora -CC43.727.598 Elsa María Orozco Murillo - Instructora - CC 24.340.730 Linda Edith Pacheco Hernández - CC 35.896.337 Kelly Johanna Escudero Eguis – CC 1026255819 Roberto Jairo Villa Vasco – CC 71702241
Centro de formación /empresa:	Regional Antioquía- Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción
Fecha de elaboración del recurso:	7 de Diciembre del 2022
Derechos de copyright y otras restricciones:	Indicar el tipo de licencia de uso del recurso. Si es de uso público o uso restringido.
Anotaciones:	Información adicional que sea relevante para la construcción y uso del recurso.





Introducción

La población a nivel mundial crece y es un tema que repercute en el desarrollo de proyectos de construcción, de esta manera el consumo de materia prima es cada vez mayor y hace que los impactos generados a los recursos naturales no sean los mejores, aportando de manera significativa al cambio climático por el gasto energético que se utiliza en las extracciones de estos materiales.

De esta manera hablar de materiales alternativos es importante, toda vez que aporta a las construcciones una menor emisión de carbono. Pasar de usar materiales convencionales que suponen impactos a los recursos por su extracción y fabricación como son: el plástico, vidrios, cerámicos, materiales pétreos, metales, entre otros, a emplear materiales alternativos marca la diferencia en la sostenibilidad del proyecto y en la inclusión de materiales aptos durante el proceso.

La bioconstrucción hace que la construcción tome otra dirección y apunte a lograr habitabilidad y confort teniendo como base criterios de reducir gases, evitar acumular material particulado. De esta misma manera se puede tener facilidad en conseguirlos ya que pueden ser parte de la región donde se esté desarrollando el proyecto.

En el siguiente documento podrán tener claridad con los conceptos desarrollados con el fin que pueda aplicar nuevas técnicas en los procesos constructivos y al mismo tiempo incursione en el uso de materiales alternativos donde las características, empleabilidad, diseño harán de su proyecto algo innovador y creativo

¡Mucho ánimo!





Esquema de Contenidos

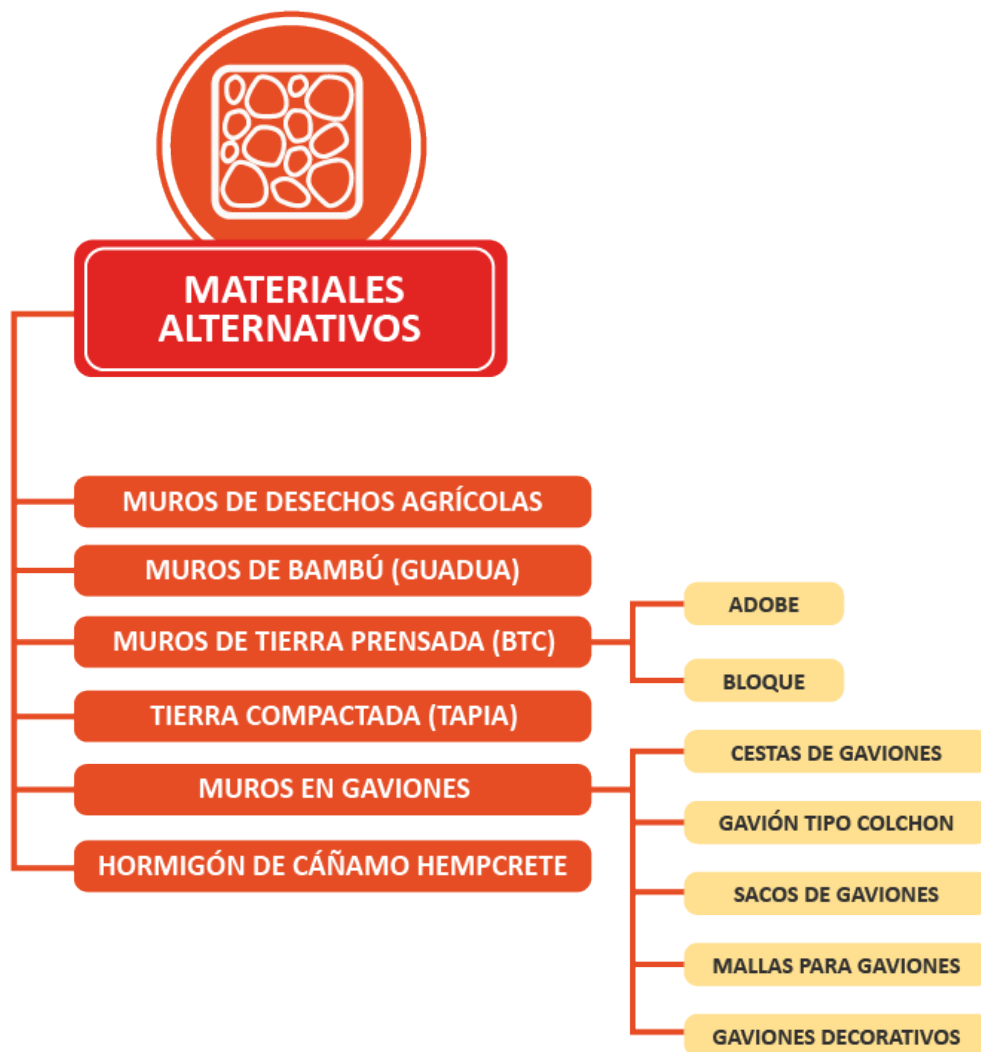
Información general.....	2
Introducción al Recurso Educativo Digital.....	3
Esquema de contenidos.....	4
Mapa conceptual.....	5
1. Materiales Alternativos.....	6
2. Clases de materiales usados para elementos de Construcción.....	6
2.1. Muro de plástico reciclado.....	6
2.2. Muros de desechos agrícolas.....	9
2.3. Muros de Bambú.....	13
2.4. Muros de tierra prensada BTC.....	16
2.5. Muros en Gaviones.....	17
2.6. Hormigón de Cañamo - Hempcrete.....	18
3. Glosario.....	20
4. Bibliografía.....	22
5. Creative commons.....	23
6. Créditos.....	24





Mapa conceptual

Ilustración 1 Mapa conceptual



Nota. (Creación propia)





1. Materiales Alternativos

Los materiales alternativos pueden tener origen natural o artificial, cuando se habla de manera natural, es que los podemos encontrar inmersos en los recursos naturales como la tierra, la guadua, el bambú. Cuando hablamos de materiales artificiales nos enfocamos en los que han tenido algún proceso como por ejemplo materiales provenientes del RCD, residuos de construcción y demolición.

Muchos de estos materiales naturales han sido usados durante muchos periodos de tiempo y en la antigüedad eran los pioneros dentro de la actividad económica de la construcción, como la tierra, aunque se dejó de usar está volviendo a coger auge y más sabiendo que los recursos convencionales por sus diferentes procesos de extracción y fabricación causan tantos impactos al medio ambiente. Ambos reúnen características que reúnen información de resistencia en el momento de construir y económicos ya que es posible que no requieran mano de obra especializada por su fácil manejo.

2. Clases de materiales usados para elementos de Construcción

2.1. Muros de plástico Reciclado

“En la actualidad, el sector de la construcción busca el aprovechamiento de materiales o desechos reciclables para la construcción de nuevas viviendas modulares prefabricadas, esto con el fin de minimizar desperdicios, ahorrando costos y ayudando a preservar el medio ambiente.” (Mahecha1, 2019)

Camilo Mahecha, plantea la fabricación de paneles para la construcción de una vivienda modular prefabricada con materiales derivados de desechos plásticos, con la finalidad de optimizar recursos, así como demás características a tener presente en los procesos constructivos de una obra.

También propone la recolección de plásticos (envases Pet o cualquier otro polímero de uso frecuente), de fácil adquisición, para la creación de módulos de construcción.

El proceso de reciclaje para obtener un nuevo material derivado de los desechos como el Pet o el plástico, radica en la recolección de materiales, la cual se lleva a cabo a partir de un centro de acopio donde se separan por colores y tipos de plástico.

El proceso por el que pasan es el siguiente: lavado, molido y luego al proceso de la fabricación de paneles modulares, donde se le da, además, un tipo de pigmento al módulo constructivo; finalmente, pasan por un control de calidad y son aprobados (Mahecha, s. f.)





Figura 1. Proceso productivo para procesar y reciclar materiales de desecho derivados del plástico

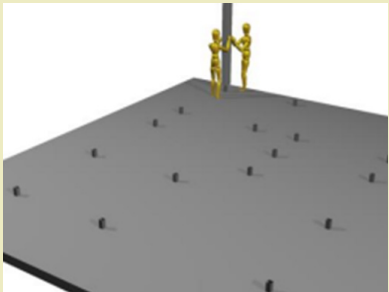
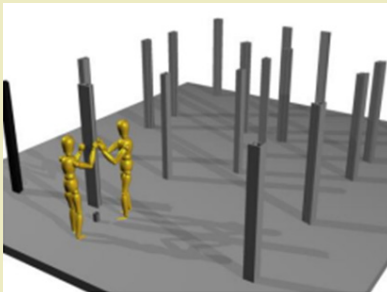






Nota. Transformación del plástico PET – polietilentereftalato-. (Molina, 2012)



De acuerdo con Camilo Ernesto Gómez Mahecha, en su documento “Paneles de plástico reciclado para muros divisorios en viviendas modulares prefabricadas”, indica los procesos de construcción de la vivienda de paneles fabricados a partir de plástico reciclado de la siguiente:

Tabla 1. Procesos de construcción de la vivienda de paneles fabricados a partir de plástico reciclado

<p>Loza flotante de fundación a la que se dejan anclajes Metálicos a la vista para izar la estructura.</p>	<p>Columnas aseguradas a los anclajes de la fundación.</p>	<p>Colocación y fijación de las vigas para rigidizar la estructura.</p>
		
<p>Instalación de puertas, ventanas y paneles.</p>	<p>Instalación de marco puerta, ventanas de la fachada</p>	<p>Instalación de loza de entepiso</p>
		

Nota. (Mahecha1, 2019)





Tabla 1. Procesos de construcción de la vivienda de paneles fabricados a partir de plástico reciclado

Colocación de muros de cerramiento del segundo nivel	Colocación de paneles divisorios e instalación de puertas y ventanas	Aspecto exterior visual de la vivienda Modular prefabricada utilizando materiales Reciclados: Plásticos y polímeros.
		

Nota. (Mahecha1, 2019)

2.2. Muros de desechos agrícolas

La construcción de casas con pacas de paja es un sistema sencillo que puede ser aprendido en pocos días y en el que todos pueden participar. Se requiere menor labor especializada y menos tiempo de construcción que los métodos tradicionales, como el del concreto. Al utilizar las pacas para la construcción, se disminuye la cantidad de desechos agrícolas que son quemados, minimizando la contaminación atmosférica y calentamiento global.

En la construcción se requiere material natural como las pacas de paja, la madera para vigas y marcos de puertas y ventanas, los morillos de pino y el carrizo para el techo, tierra arcillosa y agua para el barro, piedras para los cimientos, tierra para el techo, arena y cal para mezclarlo con cemento, al igual que materiales convencionales como el mismo cemento, varillas, alambre recocido, clavos, tubos y mangueras de plástico.

También, se utilizan herramientas como martillos, pinzas, machetes, tijeras, palas, picos y la flejadora, cuyo uso es más común en los empaques y embalajes de productos que en la construcción.

2.2.1. Sistema y características

Se emplea una estructura independiente que carga el peso total del techo y los entrepisos. Las pacas se utilizan como relleno entre los marcos, que pueden ser de distintos materiales como concreto, block, madera y acero, entre otros. Según el diseño de la estructura, se necesita una cimentación adecuada.

En esta modalidad, existen menos restricciones en cuanto al tamaño y diseño de la construcción, así como el número de pisos o niveles, debido a que el peso del techo se sostiene en los marcos, se pueden aplanar los muros con barro tan pronto sean levantados. Además, al utilizar una estructura de soporte, el método es más fácilmente aceptado por las personas de la comunidad.





Figura 2. Muros de desechos agrícolas



Nota. Etapas en la construcción de casas de pacas. (conafor, 2018)



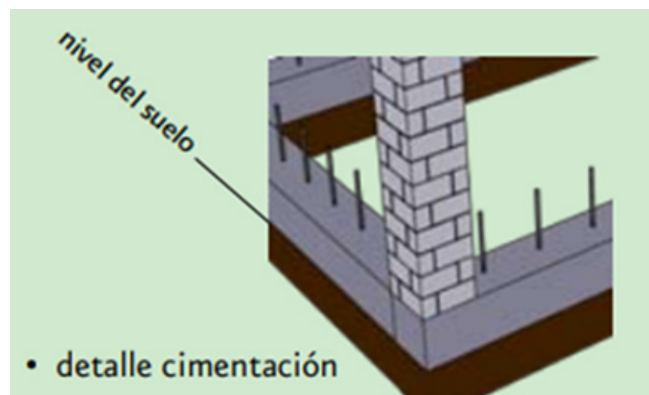


2.2.2. Cimientos

El proceso de construcción de los cimientos se realiza de manera convencional, corrigiendo la inclinación del terreno. La cimentación debe ir, por lo menos, 30 centímetros arriba del nivel del suelo, para evitar que la humedad deteriore las pacas.

En la parte de cimiento que está sobre la superficie, se colocan mangueras atravesando por la parte ancha del mismo; el espacio entre cada manguera es de un metro aproximadamente. Estos huecos servirán para pasar el fleje con el que se amarran las pacas.

Figura 3. Detalles de Cimentación



Nota. Detalles de una cimentación a nivel de suelo. (conafor, 2018)

Figura 4. Construcción de Columnas



Nota. Fases en la construcción de columnas para muros en paca. (conafor, 2018)

2.2.3. Muros

Para la construcción de estos se deberá:

- Colocar varillas cada 50 centímetros sobre el eje de la cimentación para depositar la primera fila de pacas, posterior en las esquinas de la construcción se levantan marcos que soportarán el peso de la edificación, estos pueden ser de concreto, block, acero o madera.
- En las filas de pacas se colocan intercaladas, igual que una pared de ladrillo, entre la estructura de block o madera que soportará el peso del techo. Se deja el espacio para puertas y ventanas por medio de marcos de madera de acuerdo con el diseño y la orientación solar.
- Cada tres filas de pacas, se coloca una varilla de un metro de largo para unir las entre sí. En cada paca se utilizan dos varillas.
- Para las esquinas, se utilizan pacas más pequeñas (la mitad de una paca normal). Al llegar a la altura deseada, se coloca un soporte de madera sobre las pacas, para agregar peso.
- Una vez armado el muro, se flejan o amarran las pacas desde los cimientos y sobre el soporte, utilizando el orificio de la manguera. Se usa una cinta plástica llamada fleje, para darle resistencia y unión a la pared.

Figura 5. Construcción de Columnas



Nota. El muro debe estar amarrado en distintas direcciones, para evitar que se mueva.





2.2.4. Barro

Para recubrir la paja se utiliza barro, obtenido al mezclar tierra con agua y paja, esta técnica es la misma que se utiliza para la fabricación de adobes. La mezcla puede hacerse de diferentes maneras: revolverla con los pies o una lona o bien, utilizar picos y palas, lo anterior para que la mezcla sea moldeable.

Figura 6. Revoque con Barro en muros de paca



Nota. es importante que la tierra utilizada debe contar con un porcentaje de arcilla. (conafor, 2018)

El barro debe colocarse sobre los muros para cubrir completamente la paja y en los huecos se utiliza masa de paja con barro, lo que permite moldear muy bien los bordes y esquinas. También se necesitan dos capas de barro para emparejar la superficie y conservar la característica térmica y el aislamiento.

2.2.5. Terminados

Para el terminado de los muros se deberá proceder con el siguiente proceso constructivos:

- Una vez terminadas las dos capas de barro, se coloca malla de metal desplegado en los marcos de puertas y ventanas y en las esquinas, también se debe sujetar con grapas de metal al muro, para evitar el ingreso de roedores.
- El resto de los muros se cubre con tela de gallinero, para darle mayor resistencia a la tercera capa, y posterior se utiliza una mezcla de cemento, cal y arena.
- En el enjarre se hacen los terminados y la pintura.

Figura 7. Terminado de muro con paca



Nota. El piso de la construcción puede hacerse con cemento pulido o utilizar losas, de acuerdo con el presupuesto con el que se cuenta. (conafor, 2018)

2.3. Muros de bambú

2.3.1. Sistema constructivo

El bahareque (bambú) encementado es un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento, que puede apoyarse en esterilla de guadua, malla de alambre, o una combinación de ambos materiales.

Figura 8. Diseño de Caña Bambú

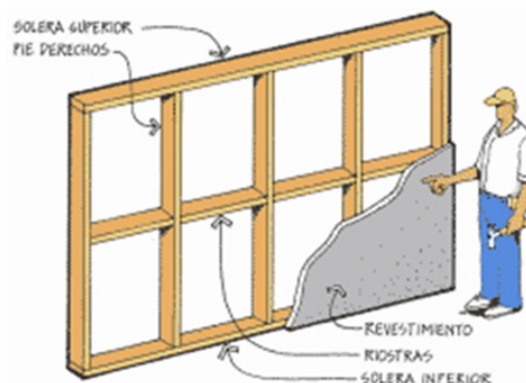


Figura 8. Diseño de Caña Bambú. Nota. Elementos de un muro. (arteybambu, 2008)





2.3.2. Constitución

El bahareque (bambú/guadua) encementado es un sistema constituido por dos partes principales: el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto que trabaja a manera de emparedado.

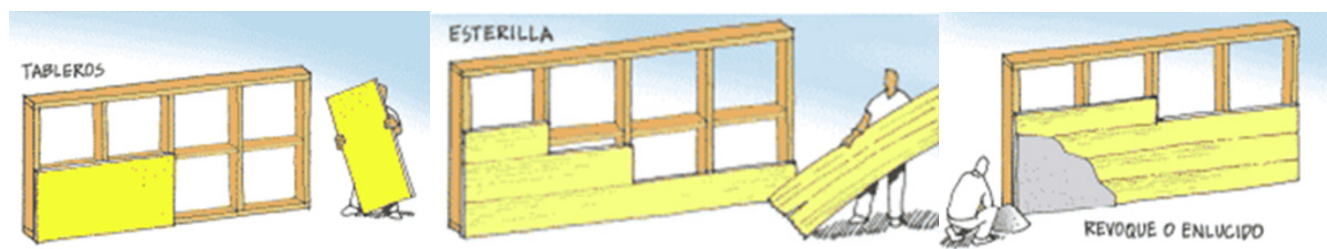
2.3.3. Entramado

El entramado se construye con un marco de bambú (guadua) o, preferiblemente, madera aserrada, constituido por dos soleras, inferior y superior, y pies derechos, conectados entre sí con clavos o tornillos. Adicionalmente, puede contener riostras o diagonales.

2.3.4. Recubrimiento

El recubrimiento se fábrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre. La malla puede estar clavada directamente al entramado sobre esterilla de bambú (guadua), o sobre un entablado.

Figura 9. Muro Bahareque encementado



Nota. Etapa para el proceso de caña bambú. (arteymbambu, 2008)

2.3.5. Materiales: Guadua – Bambú

El material predominante de este sistema constructivo es la guadua (bambú), cuya mejor calidad se consigue en plantas en estado sazonado, es decir, mayores de 4 años. No puede utilizarse guadua (bambú) con más del 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%.

La guadua (bambú) debe inmunizarse para evitar el ataque de insectos xilófagos. El inmunizado no significa protección contra otros efectos ambientales, de manera que la guadua no puede exponerse al sol ni al agua, en ninguna parte de la edificación, pues la acción de los rayos ultravioletas produce resecamiento, fisuración, decoloración y pérdida de brillo, y los cambios de humedad pueden causar pudrición.

2.3.6. Cimientos

El sistema está compuesto por una malla de vigas de fundación que configuran anillos aproximadamente rectangulares en planta, y que aseguren la transición de las cargas de la súper estructura en forma integral y equilibrada. Las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas. Las vigas de cimentación tienen refuerzo longitudinal positivo y negativo y estribos de confinamiento en toda su longitud.





2.3.7. Estructura

Figura 10. Estructura en Bambú



Nota. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos se hacen aproximadamente de 0,30 x 0,30 cm. (arteymbambu, 2008)

Además de los cimientos y la cubierta del techo, la estructura fundamental es la parte de la casa más a menudo construida, parcial o totalmente, con materiales distintos del bambú. En muchas regiones las personas que están en condiciones de cubrir la diferencia de costo prefieren emplear para la estructura alguna madera resistente y duradera. Proceden así, en parte, porque las maderas duras permiten uniones más firmes y una construcción más rígida que el bambú, en parte porque las maderas duras gozan de mayor prestigio, y además porque ciertas maderas duras son por naturaleza mucho más resistente a los hongos y a los insectos que se alojan en el bambú no inmunizado.

Los tabiques son por lo común de construcción liviana, tal como una fina esfera soportada por una estructura liviana de estacas de bambú. Para este objeto se prefieren cañas de bambú de paredes delgadas y madera resistente, tales como las que proporcionan

dichas especies del género *ACHIZOSTACHYUM*. El cielo raso puede formarse con una serie de cañas delgadas colocadas en serie apretadas; o con una serie de listones obtenidos por rajamiento de cañas grandes. En muchas regiones la vara de bambú como cielo raso.

Figura 11. Marco, puerta y ventana de Caña



Nota. Por razones prácticas las aberturas de las ventanas y las puertas son generalmente dispuestas en tensiones mínimas. Se les puede dar estructura de madera de bambú. (arteymbambu, 2008)

Las puertas mismas pueden ser maderas, de un entrelazado de tiras de bambú dispuestas sobre una estructura de cañas del mismo material, o un panel de estrellita de bambú colocado sobre un cuadro de madera dura, como también de la especie de robusto portón construido con barrotes de bambú. Las puertas van colgadas por un costo y los cierres varían desde el tradicional cerrojo de cordel hasta la cerradura de cadena, muestra el rústico empleo de un bambú inferior en la puerta de la cabaña de un pionero.

Si se proveen ventanas de abrir, pueden estructurarse en madera o bambú. En muchas ventanas no emplean vidrio ni mallas contra mosquitos. El cierre puede proveerse mediante una estructura cubierta de una estera de bambú o de hoja de palma.





Las ventanas usualmente se cuelgan de la parte superior; cuando se abren, como sucede durante la mayor parte del día, sirven como protección contra los rayos solares directos y las lluvias ligeras.

Para frustrar las intenciones de los ladrones se emplean frecuentemente barrotes permanentes de bambú, muchas veces pintados de negro para simular barrotes de hierro.

2.3.9. Proceso de ejecución

- Se comienza con el corte de las cañas necesarias para la realización de esta obra.
- Se procede al corte de estas, realizándolo siempre encima de un nudo para evitar la pudrición de la mata.
- Se prepara las mismas, desestimando aquellas que presentaran fisuras, hongos, insectos, daños mecánicos, etc.
- Se despuntan eliminando las partes que no serían utilizadas.

2.3.10. Construcción con paneles

• Paredes Exteriores

Los tabiques exteriores son construidos con parantes verticales, diagonales y elementos horizontales de caña, recubiertos con ferrocemento: metal desplegado clavado o atado, sobre el cual se coloca revoque en dos tiempos. Primero se salpica la superficie con mortero de cemento, cal y arena 1: 1: 5 y a las 24 hs y se coloca un revoque final de 1,5 cm. de espesor con el mismo mortero.

Una vez terminada la cara exterior, se debe recubrir la parte interna con una capa de pintura bituminosa en frío para poder adherir el polietileno, creando una barrera de vapor. Sobre el polietileno se coloca una plancha de poliestireno expandido de 2" de espesor y densidad 250 Kg. /m³.

• Tabiques Interiores

Se construyeron con el mismo sistema anterior pero revestidos con esterillas colocadas horizontalmente, clavadas o atadas mediante alambre galvanizado, recubriendo los parantes. Se debe tomar la precaución de colocar la esterilla con el lado externo o liso hacia adentro.

Estos tabiques pueden o no ser recubiertas con un mortero de cal para protegerlos de la humedad y de los insectos.

Figura 12. Tabique interior



Nota. El recubrimiento o enlucido de las paredes de esterilla se hace por ambas caras (externa e interna). (arteybambu, 2008)

Se construirá un sobrecimiento sobreelevado aproximadamente 30 cm sobre el nivel del suelo natural en piedra, ladrillos u hormigón con la finalidad de evitar el contacto de la caña con el suelo.



Figura 13. Estructura en Caña y fundaciones



Nota. Sobre el mismo se colocarán los paneles interiores y exteriores. (arteymbambu, 2008)

Además, para construcciones de uno o dos niveles se comportan de manera muy similar a estos al someterse a esfuerzos de compresión como pudimos observar en las pruebas realizadas.

Ventajas: Facilidad de producción y de uso, Área de producción reducida, Se adapta a una gama amplia de tipos de suelo, Disponibilidad local de la materia prima, Menos dependencia de energía y materia prima importada y su producción no requiere combustibles.

Las propiedades fundamentales que debe tener la tierra del BTC al estar en contacto con el agua son: Plasticidad, Cohesión y Compresibilidad. El tipo de suelo necesario para la elaboración del BTC, será, entonces, uno que permita reunir estas características. Una combinación que tenga mayor proporción de arena que de arcilla no tendrá la cohesión suficiente y será difícil de manipular y compactar, en cambio, una que contenga más arcilla que arena, resultará con fracturas y se encogerá; por lo tanto, el hacer una buena combinación de estos será clave.” (Castilla, 2017).

2.3.11. Terminaciones

Todas las instalaciones serán externas, aéreas, la carpintería será de madera, la terminación con pintura, baño y cocina con revestimiento cerámico, piso calcáreo o cerámico y una vereda perimetral de hormigón para protección de la vivienda

2.4. Muros de tierra prensada BTC

“El BTC es un material de construcción que se obtiene al mezclar arena, arcilla y agua. La mezcla resulta en un material apto para la construcción por sus características de resistencia a la compresión. En muchas ocasiones se usan estabilizantes como la cal y cemento para ayudar al BTC a lograr una mayor resistencia mecánica y resistencia a la humedad.

El lugar que ocupa el BTC en la construcción se da en los muros de carga, de cerramiento o muros acumuladores de calor. Los bloques de tierra compactada son fáciles de elaborar en sitio y aportan componentes de confort térmico que los ladrillos de lama o bloques de jalcreto no pueden igualar.

Figura 14. Tabique interior



Nota. Una de las formas habituales de mejorar las propiedades de la tierra para la construcción, sin aporte de otras sustancias o materiales, es la “compactación”. (Paco Castilla, 2019)

De acuerdo con Paco Castilla en su artículo “Que son los muros de tierras y como se construyen”:

“La compactación persigue la reducción de los huecos entre las partículas de tierra, aumentando su densidad y disminuyendo la porosidad y por tanto las variaciones de volumen debidas a la presencia de agua.





La compactación puede realizarse por simple vibrado o “comprimiendo” el material lo cual a su vez se puede conseguir por métodos “estáticos” o “dinámicos”. Esta es la principal diferencia entre las técnicas que a continuación se exponen. La compactación de la tierra dentro de un molde mediante impactos sucesivos con un “pisón” es la base de una de las técnicas de construcción de mayor antigüedad y difusión a nivel mundial: el tapial o tapia (“pisé” en francés, “rammed earth” en inglés o “taipa” en portugués) (Castilla, 2017)

“La tapia de tierra (como los muros de adobe) se suele construir sobre un zócalo de otra fábrica que lo protege de la humedad del terreno, sobre el que se montan los moldes (o tapias), siendo su separación la del espesor del muro. La tierra se extiende en el fondo del molde en una capa de ocho a diez centímetros de espesor y se apisona; esta operación se repite hasta que se llena la altura del molde. Una vez lleno, se desmonta y se monta inmediatamente en la misma hilada para continuar su construcción, sirviendo el “cajón” (o tapia) anterior de molde en uno de los extremos.” (Castilla, 2017).

El bloque de tierra comprimida es un producto en apariencia similar al adobe (moldeado) pero diferente en su materia prima y proceso de fabricación, lo que también le confiere unas propiedades distintas:

Tabla 2. Propiedades de Adobe y Bloque de T.C.

ADOBE	BLOQUE DE T.C.
Moldeado (Mezcla de barro)	Prensado (Mezclas de tierra húmeda)
Estabilizado generalmente con fibras o aditivos en el agua	Estabilizado generalmente con cemento o cal
Secado al sol	Curado

Nota. Una de las cuestiones más difíciles a la hora de abordar un proyecto de construcción con muros de tierra, es la determinación de las prestaciones del muro, acordes a las exigencias básicas de la normativa, dada la enorme variabilidad de los materiales a utilizar. (Paco Castilla, 2019)

En el siguiente enlace encontrara información detallada de muros de tierra: <https://ecohabitar.org/la-construccion-con-muros-de-tierra/>

2.5. Muros en Gaviones

Figura 15. Muro de Gaviones



Nota. Construcción con gaviones. (fenarq, 2019)

Son jaulas o cestas metálicas compuestas por mallas de acero galvanizado hexagonales por lo cual son inoxidables y resistentes a la intemperie; también se pueden construir con malla electrosoldada. Por dentro, estas estructuras están conformadas de piedras lo que las hace permeables, por lo cual el agua puede fluir internamente. Normalmente se usan en obras de infraestructura como vías o muros de contención para evitar la erosión; pero también se pueden utilizar como paredes, mobiliario urbano, separadores decorativos en jardines, entre otros. Estructuralmente no requieren cimientos y se flexionan fácilmente siguiendo la forma del terreno.

Figura 16. Muro de Gaviones



Nota. Tienen la ventaja de que se pueden construir con materiales (piedras) del lugar, lo que rebaja su costo, aunque, necesitan mucha mano de obra, generalmente no especializada. (fenarq, 2019)



2.5.1. Tipos de Gaviones

- *Cestas de gaviones:* Tienen forma de caja y se construyen en diferentes tamaños. Se usan en obras viales y ferrocarriles.
- *Gaviones tipo colchón o “colchones de reno”:* De menor tamaño que el resto, normalmente miden 6 m de largo x 2 m de ancho por 0,3 m de alto. Usados en revestimientos de canales de ríos para prevenir la erosión reduciendo la velocidad de las corrientes de agua.
- *Sacos de gaviones:* Son de fácil construcción e instalación. Su flexibilidad y permeabilidad permiten su empleo en construcciones hidráulicas de emergencia.
- *Malla para gaviones:* Se emplean para evitar la erosión y mantener la estabilidad en terrenos pendientes evitando la caída de rocas en las vías. En unión con un refuerzo de geomalla aumentan la resistencia de terrenos débiles.
- *Gaviones decorativos:* Empleados como elementos decorativos en ambientes interiores, en jardines y obras de paisajismo. Van muy bien con las plantas ya que permiten el crecimiento de raíces en su interior.

2.6. Hormigón de Cáñamo - Hempcrete

Etimológicamente, su nombre está compuesto de dos palabras inglesas hemp (cáñamo) y concrete (concreto). Es por eso por lo que se considera un biocompuesto ya que está conformado por materiales vivos como lo son las fibras vegetales provenientes del cáñamo, las cuales actúan como aislante. Se fabrican con las fibras de la celulosa del cáñamo mezcladas con cal en polvo, arena y agua. De su mezcla resulta un engrudo o pasta que se puede moldear fácilmente y, al cabo de un corto lapso, se fragua en forma de ladrillos utilizados en paredes y cimientos. El hecho de que requiera poca agua para su curado hace que se pueda ahorrar este precioso líquido. Estos ladrillos son livianos, aunque resistentes y fuertes por lo cual su manipulación resulta relativamente sencilla. La compatibilidad de la fibra del cáñamo con el clima y composición del suelo colombiano hace que este material tenga un gran potencial en nuestro país. Es de anotar que el cáñamo y la marihuana son dos variedades de la misma planta: Cannabis Sativa.

Figura 17. Bloques de Cáñamo



Nota. La distinción de los bloques se basa en los efectos psicológicos que produce su consumo, es decir que uno es psicoactivo (la marihuana) y el otro (el cáñamo) no. En este caso, la fibra en cuestión es la segunda variedad. (cubrepack, 2022)

Desde el punto de vista constructivo y estructural es un material bastante resistente y maleable, es decir, que puede ser moldeado o trabajado con facilidad. También resiste al fuego y al agua. Además, regula naturalmente la humedad dándole mayor estabilidad a la estructura interna de los ladrillos. Su composición también evita el enmohecimiento del elemento constructivo. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, tiene la ventaja de que la fibra de la cual está compuesto crece de una forma acelerada y se renueva con facilidad. Adicionalmente, dado que absorbe y bloquea fácilmente el dióxido de carbono, su huella de carbono es nula. Es de anotar que este material es 100% reciclable y el desperdicio resultante de su demolición puede usarse como fertilizante.

En este sentido, se afirma en un artículo de True Activists: “De acuerdo con the U.S. Green Building Council, los edificios representan el 38% de las emisiones de CO2 en los Estados Unidos. Una gran ventaja de usar hempcrete es que, el cáñamo, absorberá CO2 y liberará oxígeno durante su crecimiento, además de absorber más CO2 debido a la piedra caliza, para petrificarse después lentamente. Durante décadas, su uso generalizado podría tener un impacto bastante significativo”.



Figura 18. Hempcrete proyectado



Nota. El hempcrete no sólo se instala en forma de bloques, también se puede aplicar in situ ya sea manualmente o lanzado mediante máquinas proyectadoras de mortero. (Nicolás Boullosa , 2021)

Desde el punto de vista de su uso, el hempcrete es muy útil a la hora de remodelar construcciones antiguas protegiéndolas del frío y/o del calor dadas sus propiedades aislantes. Igualmente, se usa para construir paredes y aislar cubiertas. Como hemos visto, se puede moldear como ladrillo prefabricado modular, pero también se puede aplicar in situ ya sea manualmente o proyectado a presión sobre armazones de madera.

Con el fin de profundizar en conocimientos del Hempcrete, consultar la siguiente referencia: Rueda, Laura. La Eco-construcción a través del Hempcrete. Kannabia Seed Company. Publicado el 20 mayo de 2019. En línea: <https://www.kannabia.com/es/blog/la-eco-construccion-traves-del-hempcrete#https://www.kannabia.com>





3. Glosario

- **Bahareque**, bajareque, bareque o fajina es la denominación de un sistema de construcción de viviendas a partir de palos o cañas entretejidos y barro recubriéndolos. Esta técnica ha sido utilizada desde épocas remotas para la construcción de vivienda en pueblos indígenas de América. Un ejemplo es el bohío, vivienda muy usada por amerindios, principalmente en Panamá y Colombia. Bareque es la denominación, también, en algunos países de América del Sur. La arquitectura campesina del Bahareque fue una de las primeras tecnologías constructivas sismos resistentes en Colombia.
- **Bambú**: Con origen etimológico en la lengua portuguesa, el término bambú alude a una planta que es nativa de la India y que pertenece al grupo familiar de las gramíneas. Sus tallos pueden alcanzar una altura de unos veinte metros, siendo utilizados para la producción de diferentes objetos gracias a su resistencia.
- **Barro**: Masa blanda y compacta de tierra y agua.
- **Biocompuesto**: Los biocompuestos son compuestos químicos presentes en los seres vivos que se forman por la unión de bioelementos; ejemplos de ellos son los carbohidratos, lípidos, proteínas, hormonas y enzimas.
- **BTC**: Bloques de tierra comprimida
- **Calentamiento global**: El calentamiento global se constituye por la absorción de la energía solar por parte de la tierra. La tierra al calentarse desprende calor a la atmósfera en forma de rayos infrarrojos. Sin embargo, parte de este calor vuelve a ser remitido a la superficie terrestre y la consecuencia es el recalentamiento de esta.
- **Cáñamo**: Los términos cáñamo y cáñamo industrial se usan como nombre para las variedades de la planta Cannabis y también para la fibra que se obtiene de ellas, que tiene, entre otros, usos textiles.
- **Contaminación atmosférica**: La contaminación del aire (tanto el exterior como en de interiores) es la presencia en él de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera.
- **Enmohecimiento**: Acción y efecto de enmohecer o enmohecerse.
- **Enmohecer**: Hacer que se forme una capa de moho en una cosa.
- **Entramado**: Armazón de madera o metal que sirve para hacer una pared, un tabique o un suelo, una vez rellenados sus huecos.
- **Gavión**: Un gavión consiste en una caja de forma prismática rectangular rellena de piedra con un enrejado metálico de malla o a veces arena y tierra para el uso de la ingeniería civil y construcción.
- **Morillos de Madera**: Los morillos son largueros o vigas de madera, generalmente redondas, que pueden formar el techo de construcciones rústicas.
- **Paja**: La paja es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de “caña” (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etcétera).





- **PET:** (polietilentereftalato) es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol.
- **Poliestireno expandido:** Es un material plástico espumado, derivado del poliestireno. Tiene diversos usos tales como el producir envases, aditamentos de construcción o tablas de surf accesibles de bajo costo.
- **Polietileno:** El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $(CH_2-CH_2)_n$. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación, lo que genera una producción de aproximadamente 80 millones de toneladas anuales en todo el mundo.
- **Recubrimiento:** es un objeto que se vuelve a cubrir de sustrato. En muchos casos son realizados para mejorar alguna(s) propiedades o cualidades de la superficie del sustrato, tales como aspecto, adhesión, características de mojado, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, y resistencia a las ralladuras entre muchas otras.
- **RCD:** son residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria.
- **Tabique:** Se llama tabique a una pared delgada que sirve para separar ambientes dentro de un edificio.





4. Referentes bibliográficos

Arteybambu. (noviembre de 2008). wordpress.com. Obtenido de wordpress.com: <https://arteybambu.files.wordpress.com/2008/11/muro-bahareque-encementado-002.gif?w=248&zoom=2>

Castilla, P. (2017). EcoHabitar. Obtenido de EcoHabitar: <https://ecohabitar.org/la-construccion-con-muros-de-tierra/conafor>. (2018). conafor.gob.mx. Obtenido de <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Construccion-sustentable-Casa-de-Paja.pdf>

Cubrepack. (13 de abril de 2022). cubrepack.com.mx. Obtenido de <https://cubrepack.com.mx/hempcrete-hormigon-creado-a-base-de-cannabis/>

Fenarq. (13 de julio de 2019). www.fenarq.com. Obtenido de <https://www.fenarq.com/2019/07/gavion.html>

Mahecha1, C. E. (2019). www.colmayor.edu.co. Obtenido de www.colmayor.edu.co: https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/10/33_camilo_gmezvivienda_modular.pdf

Molina, J. (5 de septiembre de 2012). www.larepublica.co. Obtenido de www.larepublica.co: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/conozca-como-enka-aprovecha-el-reciclaje-de-las-botellas-de-plastico-2019972>

Nicolás Boullosa . (9 de abril de 2021). faircompanies.com. Obtenido de <https://faircompanies.com/articles/hempcrete-alternativa-transpirable-y-ligera-al-cemento/>

Paco Castilla. (2019). ecohabitar.org. Obtenido de ecohabitar.org: https://ecohabitar.org/wp-content/uploads/Ejemplo_de_tapial_en_Huaca_de_ninos_2-1-scaled.jpg





5. Creative commons

Atribución, no comercial, compartir igual.

Este material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.





6. Créditos

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL
Hábitat
 y la Construcción
 Regional Antioquia

TECNÓLOGO EN CONTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES

EQUIPO DIRECTIVO

Director regional
 Juan Felipe Rendón

Subdirectora de centro(e)
 Xiomara Posada Zuluaga

Líder SENNOVA
 Gabriel Barrera González

EQUIPO EJECUTOR

Líder de proyecto
 Kelly Escudero Eguis

Asesor Metodológico
 Kelly Escudero Eguis

Experto pedagógico
 Alexandra Cecilia Hoyos Figueroa

Expertos Temáticos

- Linda Edith Pacheco Hernández
- Roberto Jairo Villa Vasco
- Diana Lucelly Quintero Barco
- Ana Cristina Morales Echeverri
- Elsa María Orozco Murillo

Diseñador Multimedia
 Jefferson Fuertes González

Desarrollador
 Mauricio Rivero Padilla

