

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE SECADOR SOLAR E SUPPORTO PARA PAINEL FOTOVOLTAICO DE BAIXO CUSTO E BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Low cost and low environmental impact solar crops dryer
and photovoltaic panel mounting construction manuals

Manuales de construcción de secador solar y soporte
para panel fotovoltaico de bajo costo e bajo impacto ambiental



Organizadora
Andrea Naguissa Yuba



PROLOGO

Este manual es parte del Proyecto “Uso de tecnología para mitigación de los impactos de los cambios climáticos en pequeñas propiedades productoras de café”, que fue financiado por la Comisión Fulbright, entre 2016 a 2018, liderados por João Onofre P. Pinto (coordinador) - Universidad Federal de Mato Grosso del Sul / Brasil, Enrique J. C. Barriga - Pontificia Universidad Católica / Ecuador, Rachael Garrett - Universidad de Boston/EUA, Sharon N. G. Nelson - Universidad Tecnológica / Jamaica, Erick de la Barrera - Universidad Nacional Autónoma del México / México.

En este proyecto, fueron desarrollados 2 modelos de soporte para panel fotovoltaico y 1 secador solar de granos, de bajo costo. Utilizando principalmente bambú y tierra, estos productos fueron desarrollados para ser construidos por los propios usuarios: los productores rurales. El proyecto del secador solar es una adaptación de un modelo concebido por investigadores del Cenicafé en Colombia (OLIVEROS et al., 2008).

Buscando ser lo más apropiado posible para aplicación en zonas rurales, se objetivó maximizar la facilidad de transporte, montaje y el uso de componentes simples, encontrados en la mayoría de las tiendas de productos agropecuarios. La propuesta priorizó el cuidado con la exposición de las piezas de bambú, ya que no fueron empleados tratamientos químicos para no dañar las producciones orgánicas. Todas las estructuras tuvieron un buen desempeño ante la exposición a la lluvia y al sol.

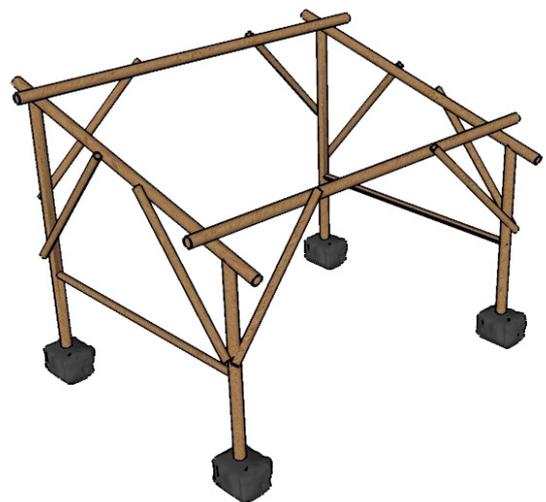
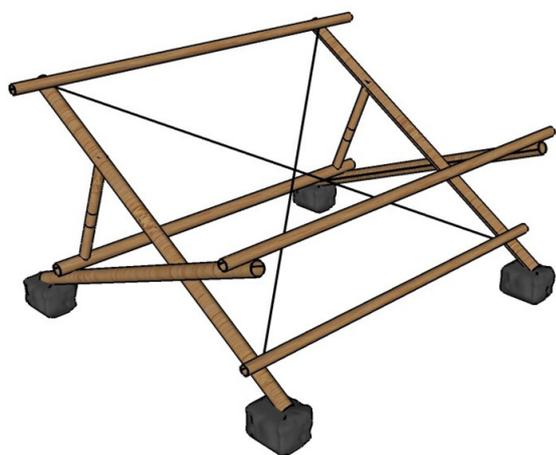
Los manuales de construcción están disponibles en portugués, inglés y español, gratuitamente en: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3421>

Si tuvieran dudas o estuvieran preparando un curso sobre a ejecución de estos productos y precisan de ayuda, entre en contacto con nosotros:

- e-mail: canteiro.faeng@ufms.br
- Instagram: <http://instagram.com/canteiroexperimental.ufms>

PARTE 3

SOPORTE DE BAMBÚ PARA PANEL FOTOVOLTAICO: PLEGABLE Y FIJO



CONOZCA LOS SOPORTES DE BAMBÚ PARA PANEL FOTOVOLTAICO...

En este manual, son presentados 2 tipos de soporte: plegable y fijo.

- El plegable es compacto (facilitando el transporte) y es posible ajustar su inclinación, aún después de concluída su fabricación.
- El fijo es fácil de construir (más intuitivo) y usa menos variedad de materiales que el doblable..

El plegable es compuesto por:

- Base: encofrado textil lleno de suelo-cemento para anclar el sistema liviano al suelo.
- Estructura: tiene semejanza con una silla de playa, que se dobla para ser portátil.
- Apoyo: soporta 2 paneles fotovoltaicos de 1m de ancho cada uno.
- Inclinación: ajuste flexible (invierno-verano), usando varillas de bambú. Las dimensiones adoptadas en este manual resultan en inclinación de 15 grados.



El fijo es compuesto por:

- Base: encofrado textil lleno de suelo-cemento para anclar el sistema liviano al suelo.
- Piernas: como 4 piernas de una mesa inclinada, contraventadas
- Apoyo: soporta 2 paneles fotovoltaicos de 1m de ancho cada uno.
- Inclinación: es fija, dado por la longitud de las piernas. Las dimensiones adoptadas en este manual resultan en inclinación de 15 grados.



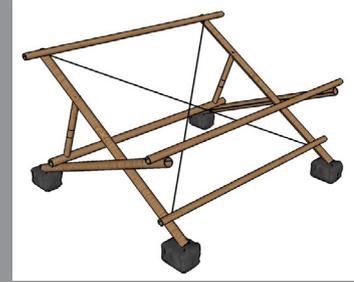
Consulte sites en la Internet para determinar la inclinación a adoptar en su caso.

ANTES DE EMPEZAR...

1. Use bambú maduro (superficie opaca, puede tener musgos y líquenes, pero sin putrefacción), seco, recto, libre de ataque de insectos u hongos.
2. Reúna los materiales y herramientas (veja na próxima página).
3. Si posible, trabaje en una mesa grande para ayudar en el corte y pre-montaje de las piezas.
4. No martille clavos en el bambú. Todos los agujeros em el bambú debem ser hechos com taladro y broca.
5. Use equipos de protección individual: guantes, lentes de protección, zapato fechado.



3.1 SOPORTE PLEGABLE



Materiales para soporte plegable

item	cantidad	finalidad
Abrazadera para cable de acero	4 un.	prender el cable de acero al estirador/tensionador
Anillo de hule (diámetro interno 1/4")	20 un.	sellar agujeros de los vástagos de bambú
Alambre recocido	0.5 kg	anclar soporte al suelo
Huacha (1/4")	20 un.	conectar los vástagos de bambú
Varilla roscada (1/4", 1m de longitud)	4 un.	conectar los vástagos de bambú
Cable de acero (1/8")	5.5 m	contraventar el soporte
Chapa de fijación de panel fotovoltaico	2T y 4Z	fijar paneles fotovoltaicos en el soporte
Cemento	25 kg	ejecutar las bases del soporte
Estirador	2 un.	tensionar el cable de acero
Hilo de nylon para albañil	12m	costurar tela de sombreamiento
Tornillo autoroscante (1/4" x 1.1/2")	6 un.	fijar paneles fotovoltaicos en el soporte
Tuerca (1/4")	40 un.	conectar los vástagos de bambú (mitad son contratuercas)
Tela de sombreamiento/sombrite (4m de ancho)	1m	ejecutar las bases del soporte

Herramientas para soporte plegable

	item	finalidad
	Alicate	uso general
	Arco de sierra	cortar las cañas de bambú en vástagos
	Balde	ejecutar la base
	Broca larga de acero rápido 5/16"	perforar varios vástagos de bambú de una vez
	Cavocate (cavador)	ejecutar la base
	Juego de llave de combinación	apretar tuercas
	Soquete de madera para compactar	ejecutar la base
	Azada	ejecutar la base
	Tiza de cera	marcar los vástagos de bambú
	Juego de brocas de acero rápido	perforar vástagos de bambú
	Juego de sierra copa (corta círculos, mecha copa)	agujeros largos en los vástagos de bambú
	Lápiz de carpintero	uso general
	Martillo	uso general
	Pala de punta	ejecutar la base
	Destornillador eléctrico/taladro	uso general
	Tijeras	cortar tela de sombreamiento
Cinta métrica (5m)	uso general	

1º PASO: corte las varas de bambú para producir los vástagos del soporte.

vástago	cantidad	longitud (m)	diámetro (cm)	grosor (cm)
A1	1 pieza	2.25	10 a 12	1 a 1.5
A2	1 pieza	2.10	10 a 12	1 a 1.5
B1	1 pieza	2.25	10 a 12	1 a 1.5
B2	1 pieza	2.10	10 a 12	1 a 1.5
C	2 piezas	1.85	10 a 12	1.5
D	2 piezas	1.65	10 a 12	1 a 1.5
E	2 piezas	0.65	5	1 a 1.5



Preserve el nudo del bambú en las extremidades o haga tampones usando el propio bambú (ver 13º paso). Eso ayuda a dar más resistencia y durabilidad al soporte.

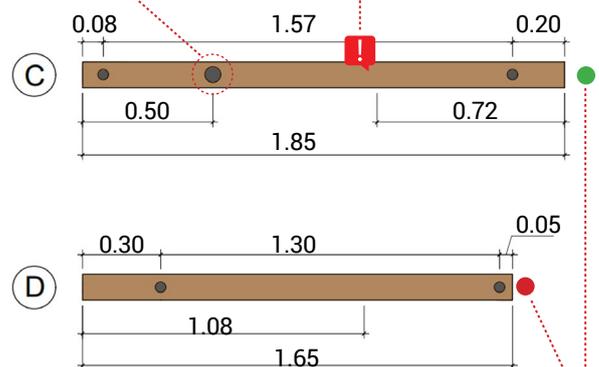
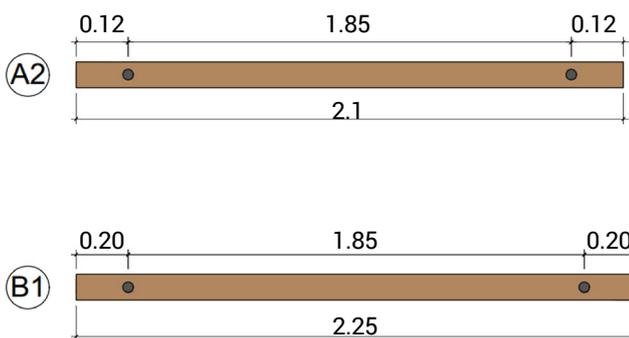


Los vástagos C deben ser hechos de varas de bambú de paredes bien gruesas, ya que ellas soportarán más carga que las demás.

2º PASO: perfore los vástagos A2, B1, C y D, con broca larga 5/16". No perfore aún los vástagos A1 y B2.

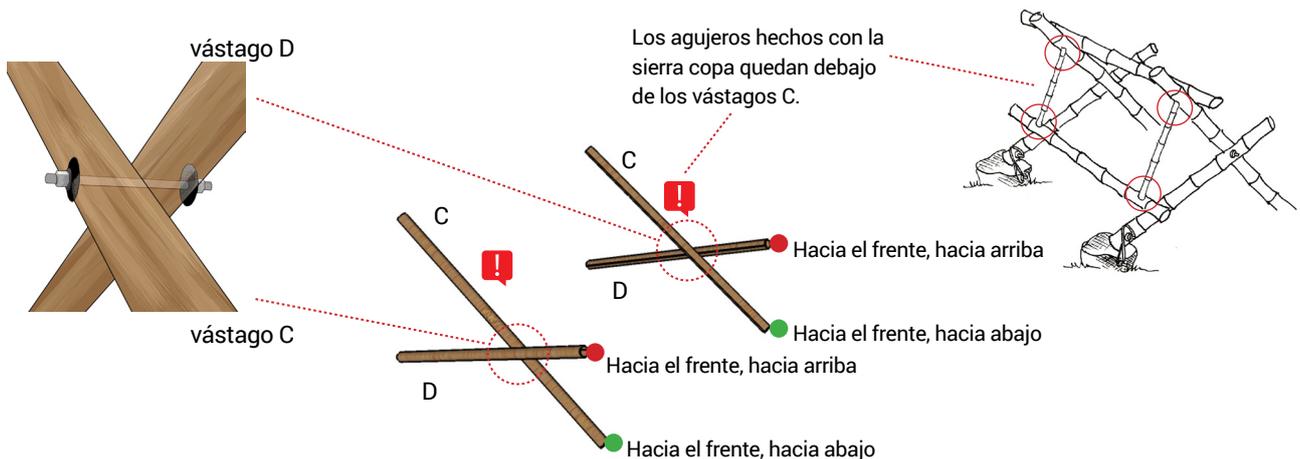
Esos agujeros son del mismo diámetro de la pieza E, hechos con sierra copa.

Esos agujeros son perpendiculares (90°) a los agujeros de las puntas.

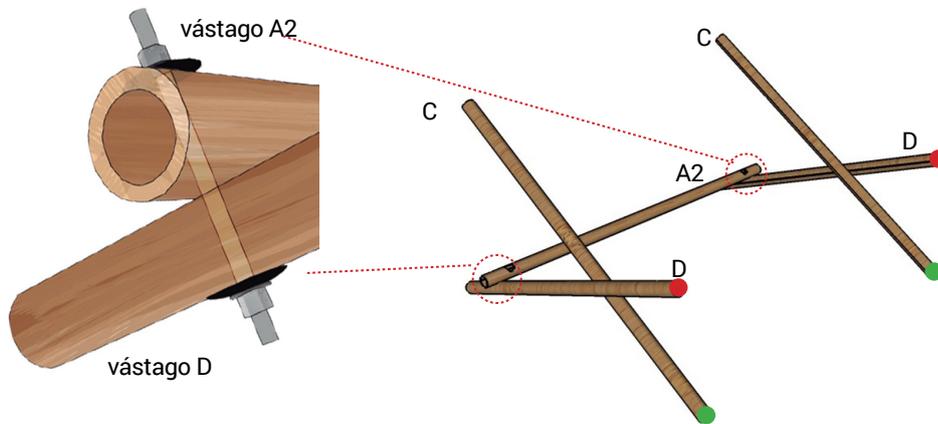


Pinte las puntas de los vástagos C y D para facilitar el montaje.

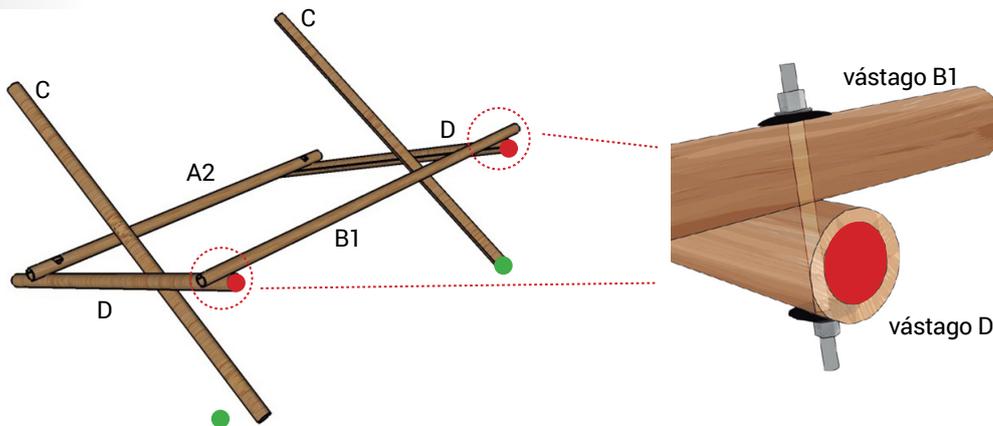
3º PASO: junte en "X" as hastes C (internas) e D (externas). Fije con barras roscadas, porcas, contraporcas, anéis de borracha e arruelas.



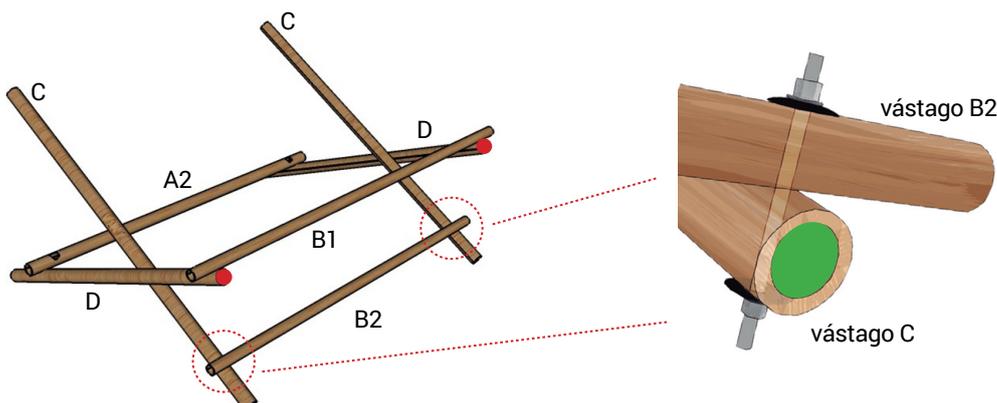
4º PASO: apoye el vástago A2 sobre los vástagos D, formando una "U". Fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas. El soporte aún no se sustenta solo. Entonces, para no se confundir, es importante usar la pintura en las puntas.



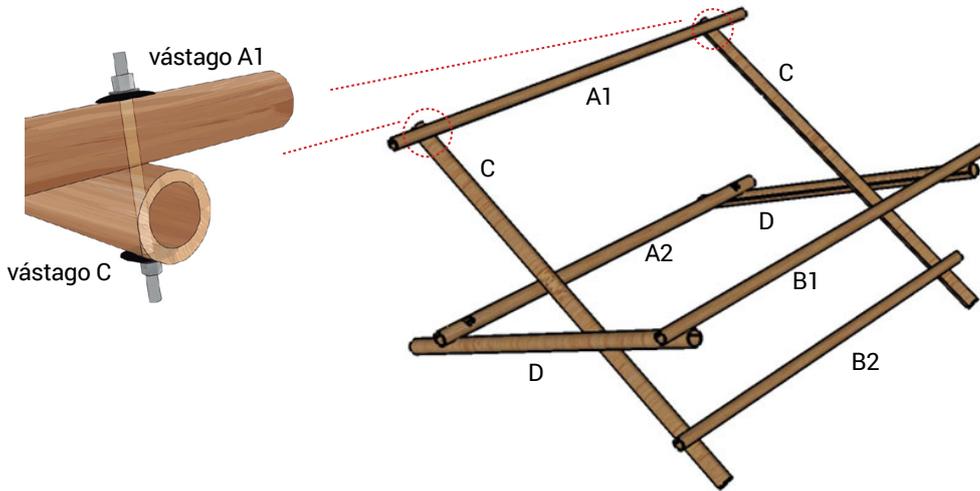
5º PASO: apoye el vástago B1 sobre los vástagos D. Fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.



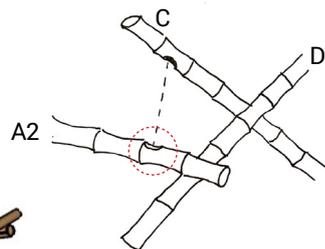
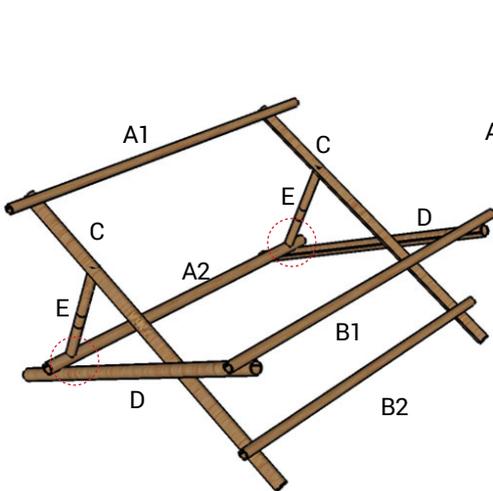
6º PASO: perfora el vástago B2, que no había sido perforada antes. Mida la posición del agujero para coincidir con los agujeros de los vástagos C. Fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.



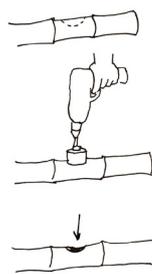
7º PASO: haga el mismo proceso descrito en el 6º paso con el vástago A1. Mida la posición del agujero para coincidir con los agujeros de los vástagos C. Fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.



8º PASO: encaje los vástagos E en los agujeros hechos en C.



Reproduzca el diámetro de la pieza E en A2.

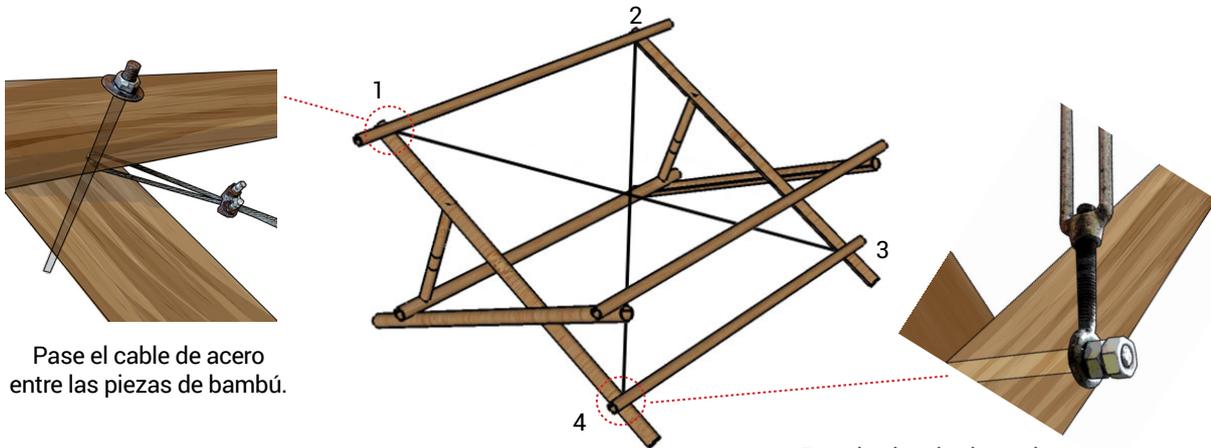


Perfore con sierra copa.



! Haga un drenaje (agujero por abajo, en la pieza A2) para evitar acumulación de agua de lluvia.

9º PASO: asegure la estructura con cables de acero ligando el punto 1 con 3, y el punto 2 con 4. Use estiradores y abrazaderas. Tensione el cable hasta que el soporte quede rígido.



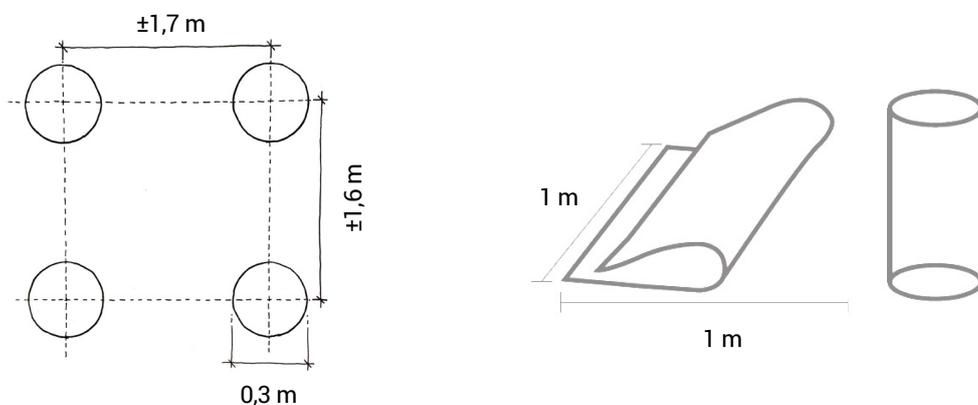
Pase el cable de acero entre las piezas de bambú.

Felicidades!

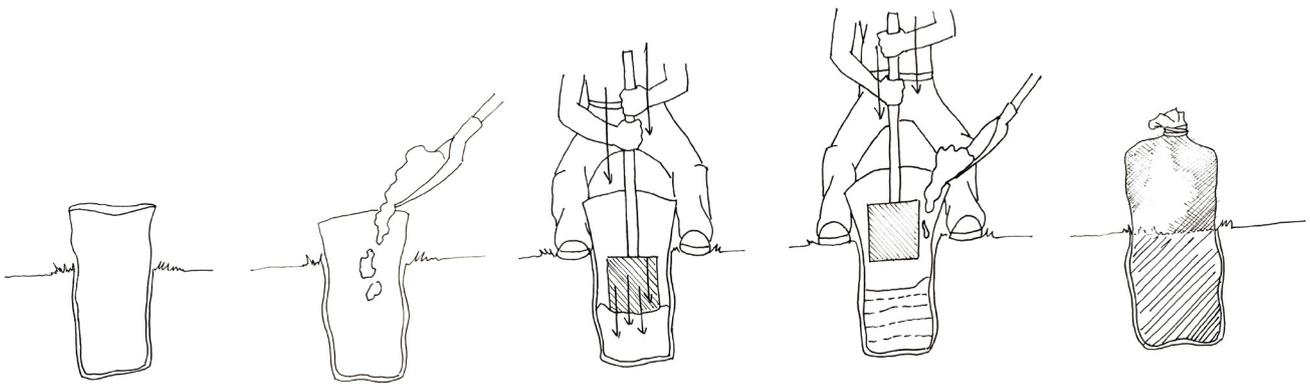
La primera parte del soporte está lista!
Ahora falta el anclaje...

Prenda el estirador en la propia varilla roscada.

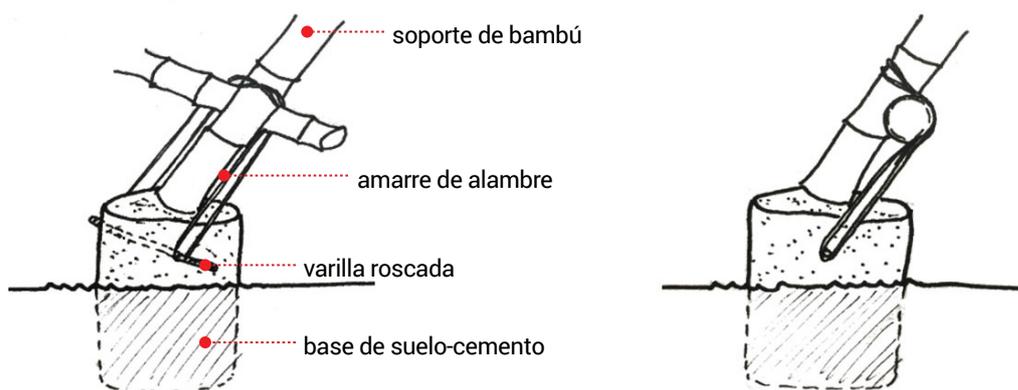
10º PASO: marque en el suelo la posición de las patas de la estructura. Haga agujeros con diámetro de 30cm y profundidad de 30cm. Corte la tela de sombreado (1x1m), haga una “aguja” con un pedazo de alambre y costure una de las laterales a la otra con hilo de nylon, formando un tubo. Posicione los tubos en los agujeros.



11° PASO: prepare una combinación de suelo-cemento (1 parte de cemento y 12 partes de tierra) y humedezca hasta obtener consistencia de arena húmeda. Ponga esa combinación en capas sucesivas dentro de los tubos, compactando bien, hasta 3/4 del volumen y amarre.



12° PASO: atravesese una varilla roscada en cada una de las bases. Posicione el soporte sobre las cuatro bases y amarre con alambre.



13º PASO: fije los paneles fotovoltaicos en la estructura.

Use las chapas T entre los paneles, y las chapas Z en las extremidades, fijándolas en los vástagos de bambú con tornillos autoroscantes.

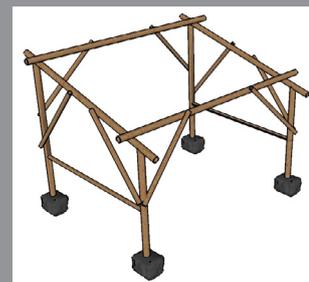
Observe posibles puntos de acumulación de agua de lluvia y haga drenajes (agujeros por debajo, en los vástagos).



! Es el momento de colocar los tapones de bambú, si alguna extremidad quedó expuesta. Utilice una punta con nudo, con diámetro igual al diámetro interno de la vara a ser tapada. Fijar con tornillos.



3.2 SOPORTE FIJO



Materiales para soporte fijo

item	cantidad	finalidad
Anillo de hule (diámetro interno 1/4")	56 un.	sellar agujeros de los vástagos de bambú
Anillo de hule (diámetro interno 5/16")	4 un.	sellar agujeros de los vástagos de bambú
Alambre recocido	0.5 kg	anclar soporte al suelo
Huacha (1/4")	56 un.	conectar los vástagos de bambú
Huacha (5/16")	4 un.	conectar el vástago C con A y B
Varilla roscada (1/4", 1m de longitud)	4 un.	conectar los vástagos de bambú
Varilla roscada (5/16", 1m de longitud)	2 un.	conectar el vástago C con A y B
Chapa de fijación de panel	2T e 4Z	fijar paneles fotovoltaicos en el soporte
Cemento	25 kg	ejecutar las bases del soporte
Hilo de nylon para albañil	12m	costurar tela de sombreamiento
Tornillo autoroscante (1/4" x 1.1/2")	6 un.	fijar paneles fotovoltaicos en el soporte
Tuerca (1/4")	112 un.	conectar los vástagos de bambú (mitad son contratuercas)
Tuerca (5/16")	8 un.	conectar el vástago C con A y B (mitad son contratuercas)
Tela de sombreamiento, 4m de ancho	1m	ejecutar las bases del soporte

Herramientas para soporte fijo

	item	finalidad
	Alicate	uso general
	Arco de sierra	cortar las varas de bambú en vástagos
	Balde	ejecutar la base
	Broca larga de acero rápido (5/16")	perforar varios vástagos de bambú de una vez
	Pala cavadora articulada	ejecutar la base
	Juego de llave de combinación	apretar tuercas
	Soquete de madera para compactar	ejecutar la base
	Azada	ejecutar la base
	Juego de brocas de acero rápido	perforar vástagos de bambú
	Juego de sierra copa (corta círculos, mecha copa)	agujeros largos en los vástagos de bambú
	Lápiz de carpintero	uso general
	Martillo	uso general
	Pala de punta	ejecutar la base
	Destornillador eléctrico/taladro	uso general
Sierra caladora (opcional)	hacer el corte "boca de pescado"	
Tijeras	cortar tela de sombreamiento	
Cinta métrica (5m)	uso general	

1º PASO: corte las varas de bambú para producir los vástagos del soporte.

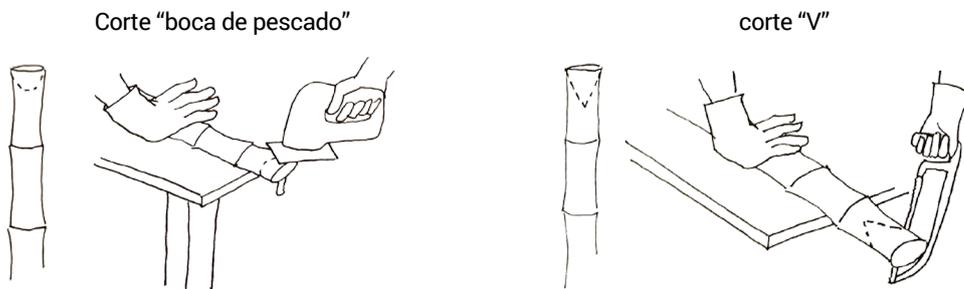
Vástago	cantidad	ongitide (m)	ongitud (cm)	grosor de la pared (cm)
A	2	1.0	10 a 12	1 a 1.5
B	2	1.35	10 a 12	1 a 1.5
C	2	1.70	10 a 12	1 a 1.5
D	2	1.40	3 a 5	min. 0.5
E	2	0.80	3 a 5	min. 0.5
F	2	0.90	3 a 5	min. 0.5
G	1	2.25	10 a 12	1 a 1.5
H	1	2.25	10 a 12	1 a 1.5
I	2	0.80	3 a 5	min. 0.5
J	2	0.80	3 a 5	min. 0.5



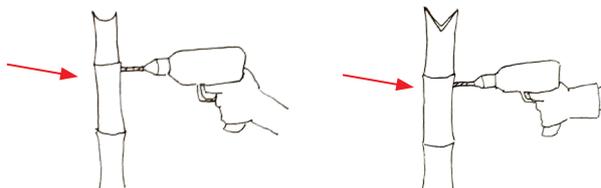
Preserve el nudo del bambú en las extremidades o prepare tampones usando el propio bambú (ver 13º paso). Eso ayuda a dar más resistencia y durabilidad al soporte.

2º PASO: prepare las puntas de los vástagos A y B para encajarlas en los vástagos C y también las varillas roscadas (5/16") de esas conexiones.

- a. Corte la extremidad de los vástagos de bambú en formato "boca de pescado" (hecho con sierra caladora) o en "V" (hecho con arco de sierra).

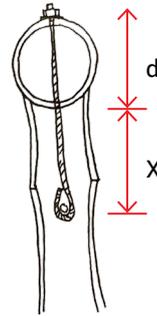
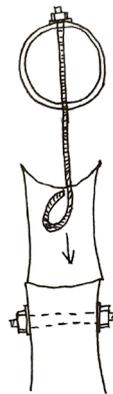


- b. Haga un agujero atravesando el bambú, por debajo del primero nudo.



abajo del primeiro nudo

c. Mida la distancia entre la extremidad del vástago de bambú y el primero nudo (X). Suma la medida del diámetro de C y más 2cm para tuercas, contratueras, anillos de hule y huachas. Con esa medida, doble 4 pedazos de varilla roscada 5/16" en forma de "J". Se recomienda cortar la varilla roscada después de montar y apretar la conexión, para no haber desperdicios.



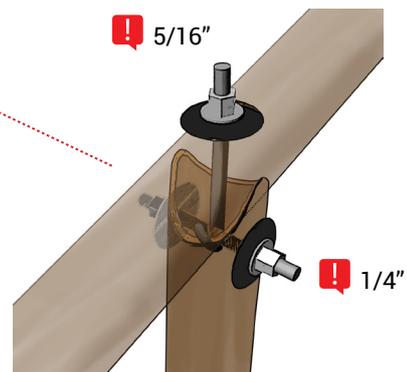
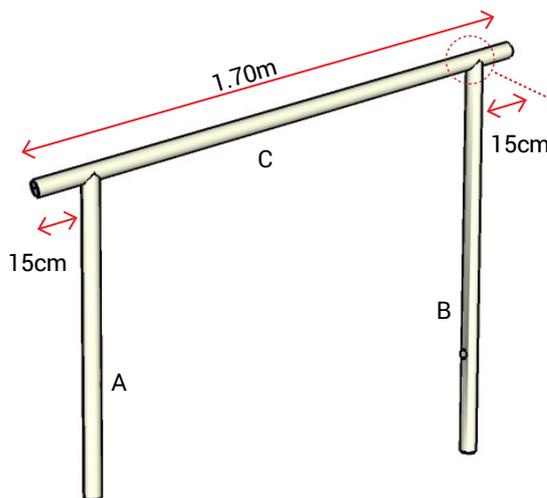
diámetro del vástago C + 2cm

⚠ No use las varillas de 1/4" para hacer el "J", ya que ellas no resisten ser dobladas y se quebrarían con facilidad.

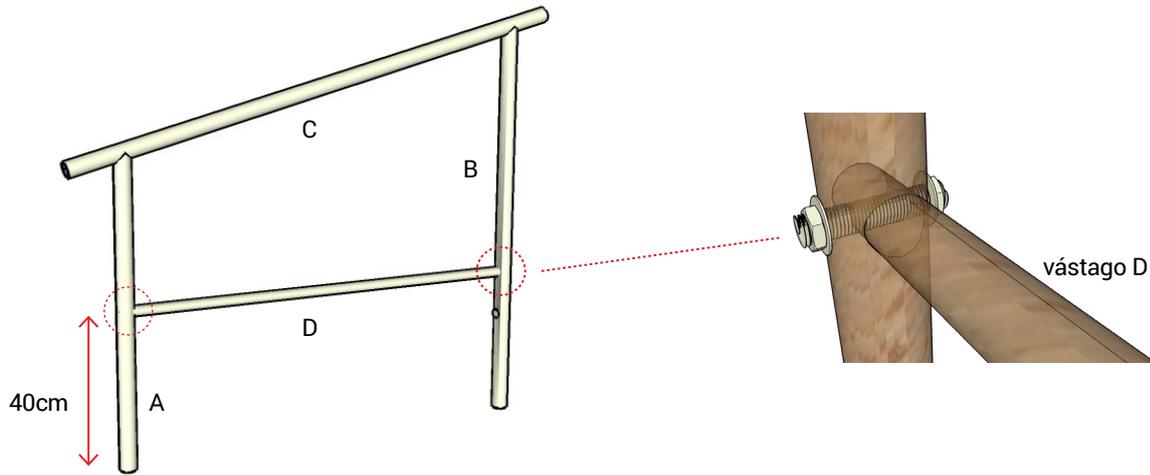
d. Atravesase una varilla roscada de 1/4" por la argolla y fije en la pieza C, con tuercas, contratueras, anillos de hule y huachas.



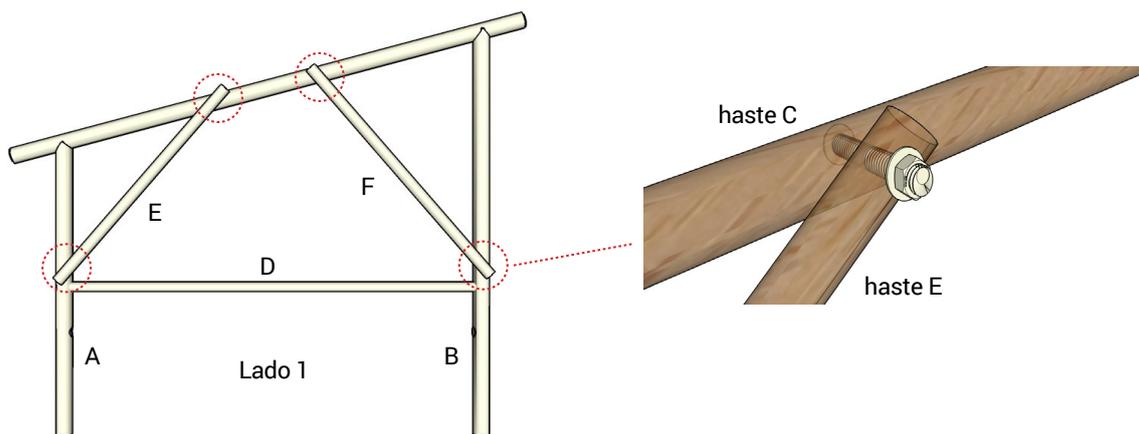
3º PASO: perfore el vástago C, y monte un "U" invertido conectándola con A y B. Fije con varillas roscadas 1/4", tuercas, contratueras, anillos de hule y huachas.



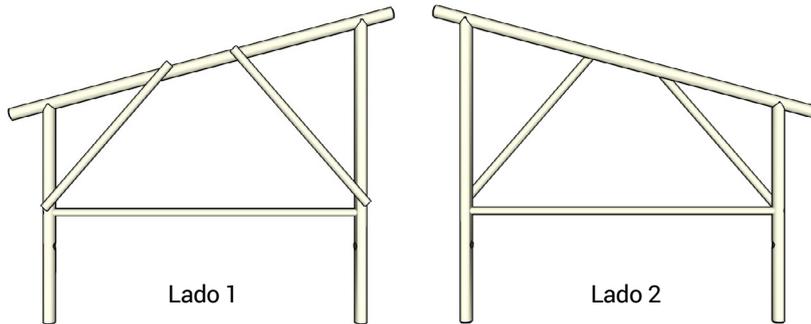
4º PASO: perforo el vástago A y B con sierra copa, en el diámetro de D. Encaje el vástago D en A y B y fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.



5º PASO: fije los vástagos E y F en C. Esos vástagos aseguran el "U" formado por A, C y B. Fije con varillas roscadas 1/4", tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas. El LADO 1 está listo.

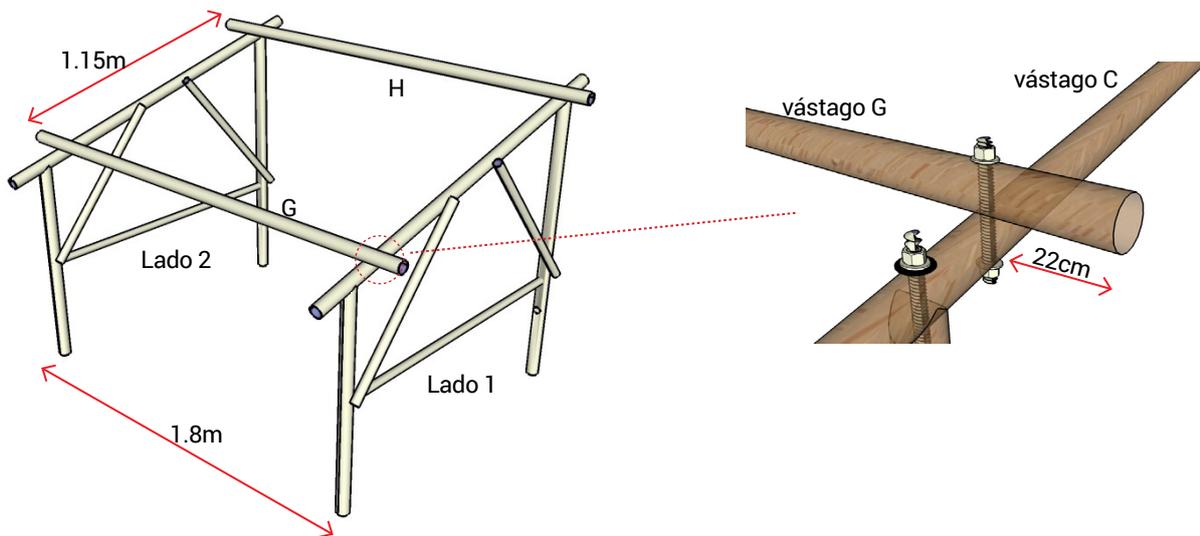


6º PASO: monte el LADO 2 de la misma forma.

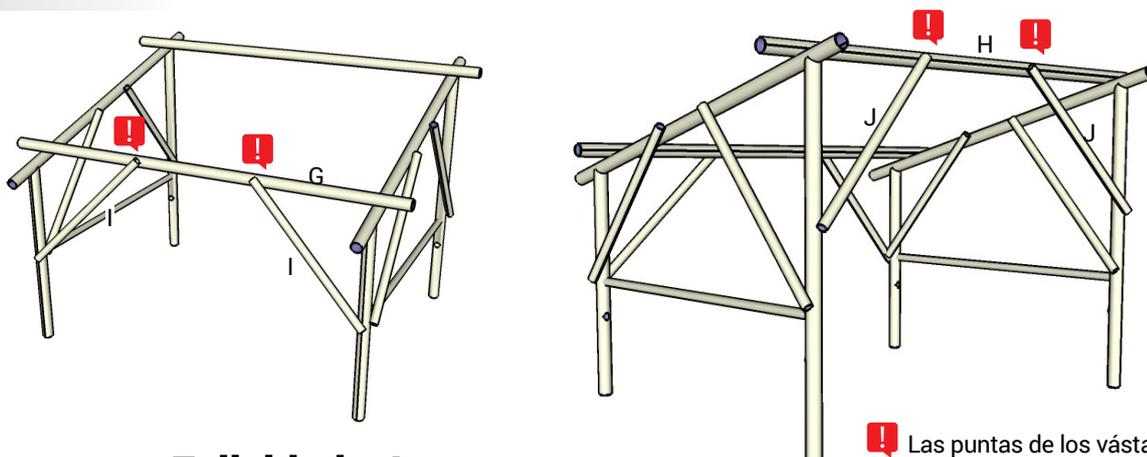


! El LADO 1 y LADO 2 deben tener la misma altura.

7º PASO: fije los vástagos G y H en C, conectando el LADO 1 y el LADO 2. La distancia entre G y H debe ser de 1.15m. Fije con varillas roscadas 1/4", tuercas, contratuerzas, anillos de hule y huachas.



8º PASO: use los vástagos I y J para asegurar el conjunto. Fije con varillas roscadas 1/4", tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.

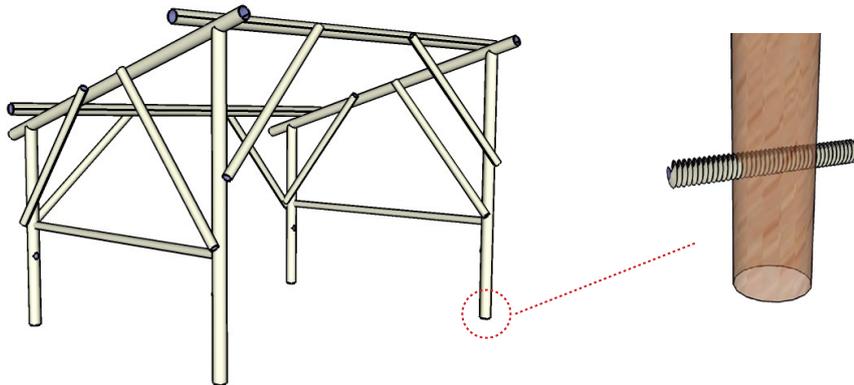


Felicidades!

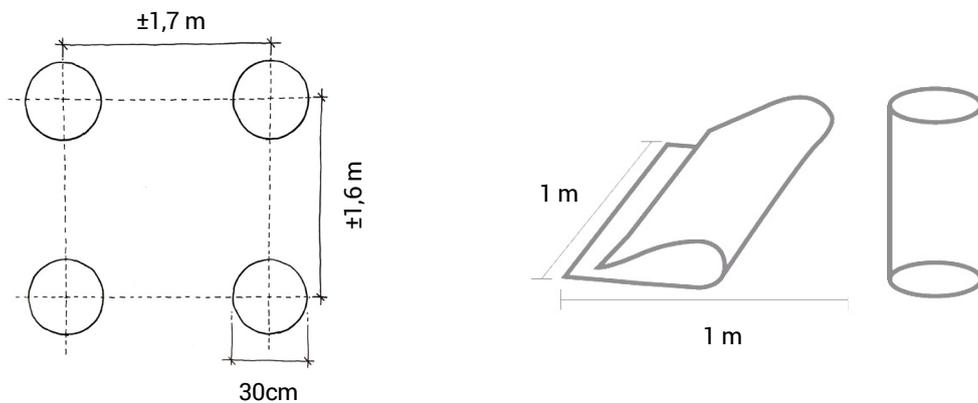
La primera parte del soporte está lista!
Ahora falta el anclaje...

! Las puntas de los vástagos I y J no pueden presionar los paneles fotovoltaicos por debajo.

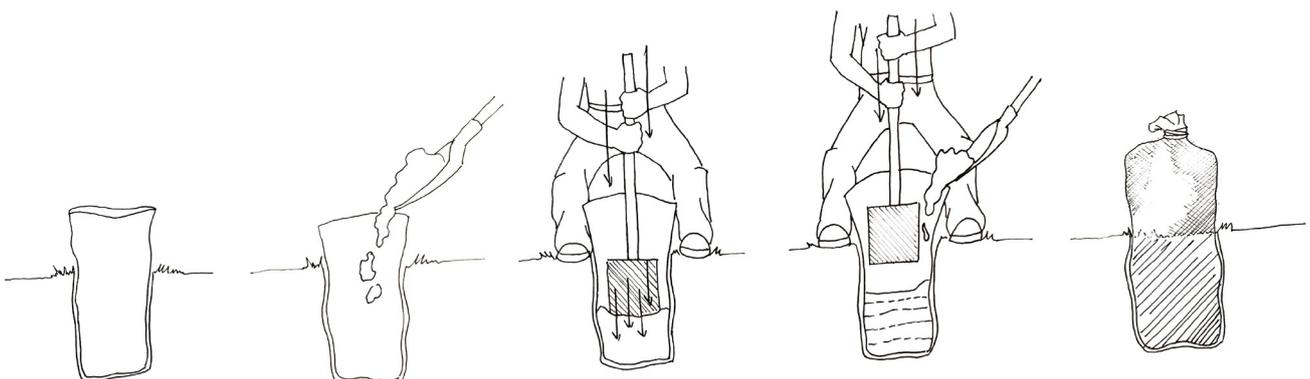
9º PASO: perfora las 4 patas (vástagos A y B) y atraviése un pedazo de varilla roscada para anclaje, encima del primero nudo.



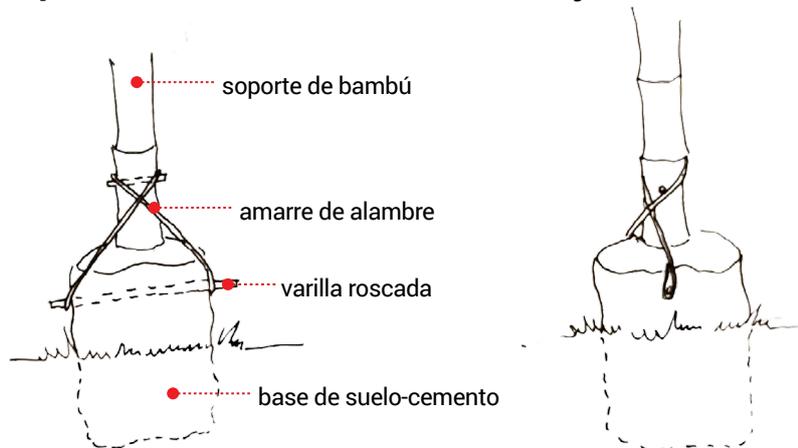
10º PASO: marque en el suelo la posición de las patas de la estructura. Haga agujeros con diámetro de 30cm y profundidad de 30cm. Corte la tela de sombreado (1x1 m), haga una "aguja" con un pedazo de alambre y costure una de las laterales a la otra con hilo de nylon, formando un tubo. Posicione los tubos en los agujeros.



11º PASO: prepare una combinación de suelo-cemento (1 parte de cemento y 12 partes de tierra) y humedezca hasta obtener consistencia de arena húmeda. Ponga esa combinación en capas sucesivas dentro de los tubos, compactando bien, hasta 3/4 del volumen y amarre.



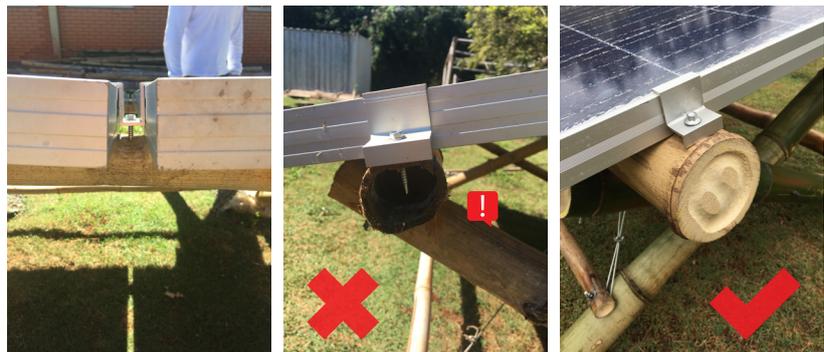
12º PASO: atraviese una varilla roscada en cada una de las bases. Posicione el soporte sobre las cuatro bases y amarre con alambre.



13º PASO: fije los paneles fotovoltaicos en la estructura.

Use las chapas T entre los paneles, y las chapas Z en las extremidades, fijándolas en los vástagos de bambú con tornillos autoroscantes.

Observe posibles puntos de acumulación de agua de lluvia y haga drenajes (agujeros por debajo, en los vástagos).

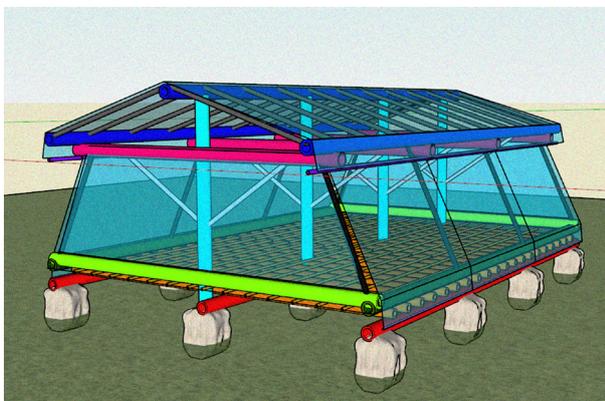


! Es el momento de colocar los tapones de bambú, si alguna extremidad quedó expuesta. Utilice una punta con nudo, con diámetro igual al diámetro interno de la vara a ser tapada. Fijar con tornillos.



PARTE 6

SECADOR SOLAR DE BAMBÚ PARA GRANOS



CONOZCA EL SECADOR SOLAR...

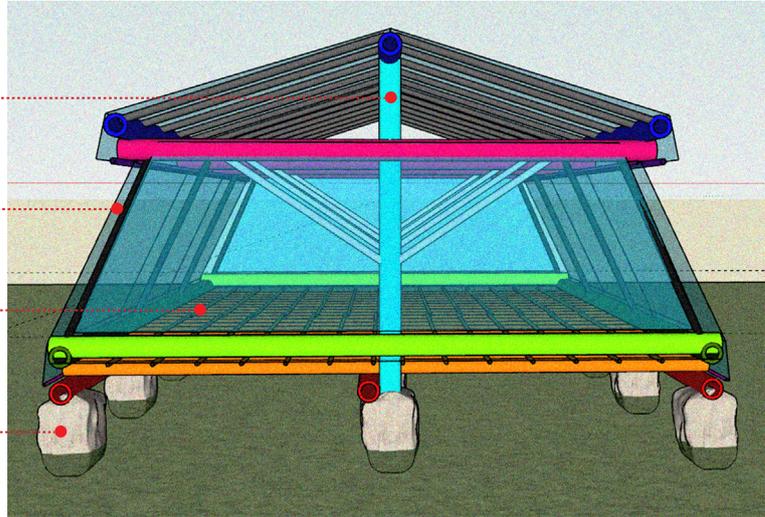
Este secador es compuesto por 4 partes:

BASE: bolsas con suelo-cemento para el anclaje del secador en el suelo.

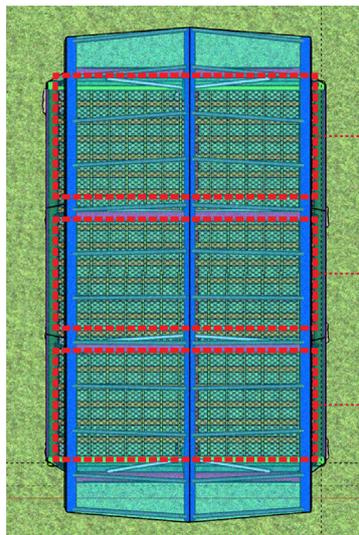
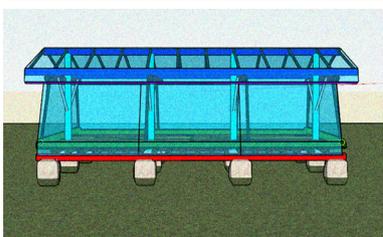
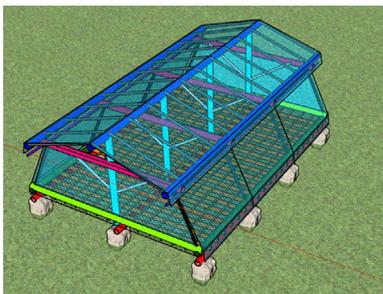
MESA: tela apoiada y ventilada para el secado de los granos.

PUERTAS: abertura de plástico para acceder y manipular los granos.

ESTRUCTURA: cruces de bambú para dar forma a la cubierta de plástico.



Con el sol, el aire caliente y húmedo de dentro del secador sale por las aberturas superiores, por ser más liviano que el aire frío. Eso posibilita que el aire más frío y más seco entre en el interior, pasando por la mesa y por los granos. Así es como el secador solar funciona.



MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

Este secador solar está compuesto de módulos de 2 x 4m. En este manual, las orientaciones fueron

elaboradas para un secador de 3 módulos (4 x 6m). Pueden ser hechos más o menos módulos dependiendo de la necesidad de la producción.

Puede ser construido hasta en las áreas más remotas y de difícil acceso, porque todos los materiales industrializados necesarios o son livianos y carregables con facilidad o son sustituidos por materiales logrados en cualquiera propiedad rural.

ANTES DE EMPEZAR...

1. Use bambú maduro (superficie opaca, con musgos y líquenes, pero sin rastros de putrefacción), seco, recto y libre de ataque de insectos y hongos.
2. Reuna los materiales y las herramientas.
3. Si fuera posible, trabaje en una mesa grande para ayudar en el corte y el pré-montaje de las piezas.
4. No martillar clavos en el bambú. Todos los agujeros en el bambú debem ser hechos con taladro y broca.
5. Use equipos de protección individual: guantes, lentes de seguridad y zapato cerrado.



Si la ejecución fuera hecha con la ayuda de varias personas, forme frentes de trabajo:

A

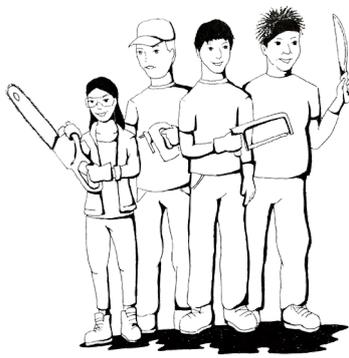
- caballete perimetral
 - excavación de los agujeros
 - bases
- (pasos 1, 2, 5)



mínimo de 3 personas

B

- corte de los bambús
 - cruces
 - estructura de la cubierta
- (pasos 4, 6, 11, 14)



mínimo de 4 personas

C

- costura de bolsas para la base
 - tela de la mesa
 - corte y collage de plásticos
- (pasos 3, 10, 13, 15, 18)



mínimo de 2 personas

D

- estructura de la mesa
 - tirantes laterales
 - cubiertas y puertas
- (pasos 7, 8, 9, 12, 16, 17)



! La cantidad mínima de personas por frente de trabajo es dos. Sin embargo, algunos pasos demandan más personas para facilitar su ejecución.

PIEZAS DE BAMBÚ

Dendrocalamus asper (bambú-gigante)

pieza	qtde	longitud (m)	diámetro (cm)	grosor pared (cm)	cor en el manual
Viguetas (cabrias, alfardas)	30	2.00	3	-	gris oscuro
Borde longitudinal	2	6.45	15	1.5	verde oscuro
Borde transversal	2	4.30	15	1.5	verde claro
Diagonal de la cruz	8	1.40	5 a 15	1.0	cinza claro
Estrado inferior (transversal)	21	4.30	10	1.5	naranja
Estrado superior (longitudinal)	48	3.20	2	-	amarillo
Poste de la cruz	4	2.80	15	1.5	azul claro
Puertas	12	2.20	3	-	rosa claro
Tensionamiento de la cubierta	6	2.00	3	-	morado
Tirantes laterales	8	1.60	3	-	negro
Viga de la cubierta	3	7.15	15	1.5	azul oscuro
Viga de la cruz	4	3.70	15	1.5	rosa oscuro
Viga de la mesa	3	6.45	15	1.5	rojo

*cuando no hay especificación de grosor, adoptar la máxima posible

*cortar todas las piezas con 10cm a más para ajustes

Preserve los nudos.



Procure piezas rectas.



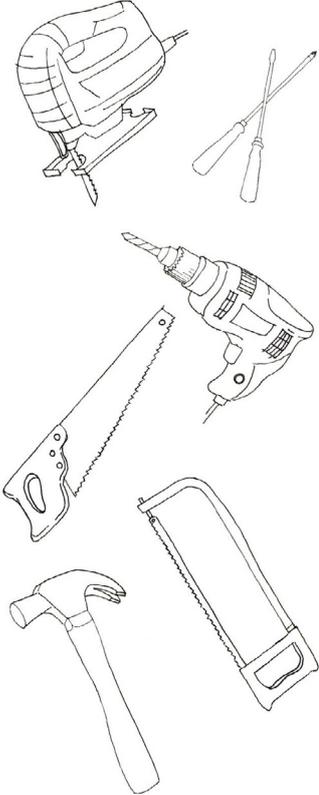
Use paredes gruesas.



Materiales para secador solar de 3 módulos

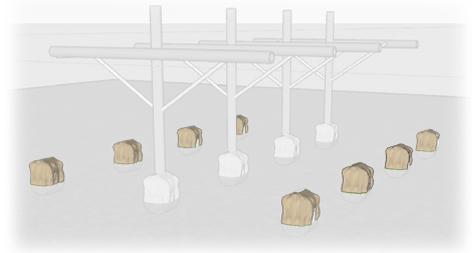
material	qtde	onde usar
Abrazadera de plástico (40cm, paquete con 100)	3 un.	Estrado y tela metálica (puede ser substituido por 3kg de alambre recocido)
Abrazadera de plástico (15cm, paquete con 100)	2 un.	
Adhesivo de contacto (gallón de 3.3l)	3 un.	Plástico de la cubierta, puertas, laterales, mesa
Anillo de hule (diámetro interno 5/16")	92 un.	Agujeros de las piezas de bambú en las fijaciones con varilla roscada
Anillo de hule (diámetro interno 1/4")	92 un.	Agujeros de las piezas de bambú en las fijaciones con tornillos y huachas
Alambre recocido	3 kg	viga de la mesa, viga de la cubierta, estrado inferior
Huacha (5/16")	92 un.	Conexiones con varilla roscada
Huacha (1/4")	92 un.	Conexiones con tornillo
Varilla roscada (5/16", 1m de comprimento)	21 un.	Conexiones de la estructura de bambú
Cemento (50kg)	4 bolsas	suelo-cemento de las bases
Cordón de polipropileno resistente a UV (rollo 100m)	1 un.	Tensionamiento de la cubierta
Estaca de madera 0.06 x 0.06 x 1m	14 un.	Caballote perimetral
Lixa para madera (grano 80)	10 hojas	limpieza de aristas, puntas y astillas de los bambús
Tornillo para madera (5cm)	76 un.	Fijación de las diagonales de las cruces y viguetas de la cubierta
Tornillo para madera (8cm)	32 un.	Puertas, piezas de tensionamiento de la cubierta y travamentos
Plástico de toldo (blanco, 2m de ancho)	1.5m	bordes del plástico de la cubierta (2 tiras de 20cm de ancho, 7.45m de longitud)
Plástico transparente de estufa (8m de ancho)	12m	Cubrir el secador solar (vea como cortar el plastico en el 13° paso)
Tuerca (5/16")	184 un.	Conexiones de la estructura de bambú (mitad son contratuercas)
Clavo (17 x 21)	50 un.	Caballote perimetral
Tablero (20cm de ancho, 3m)	4 un.	Caballote perimetral y base para no pisar en la tela
Tablero (20cm de ancho, 4m)	4 un.	Caballote perimetral y base para no pisar en la tela
Tejido – lona, puede ser tejido usado (1.6m de ancho)	7m	Acabado del plástico, bambú y telas (cortado en tiras de 15cm)
Malla metálica galvanizada para gallinero o otra tela de acero o tela de plástico resistente a UV (1.5m de ancho)	20m	cobrimiento de la mesa (veja como cortar a tela no 10° paso)
Tela de nylon (1.5m de ancho)	20m	cobrimiento de la mesa (veja como cortar a tela no 10° paso)
Tela de sombreamiento (4m de ancho)	10m	encofrado de las bases (veja como cortar a tela no 3° paso)
Tinta asfáltica (lata 900ml)	1 lata	base de los postes en cruz enterrados

Ferramentas para secador solar

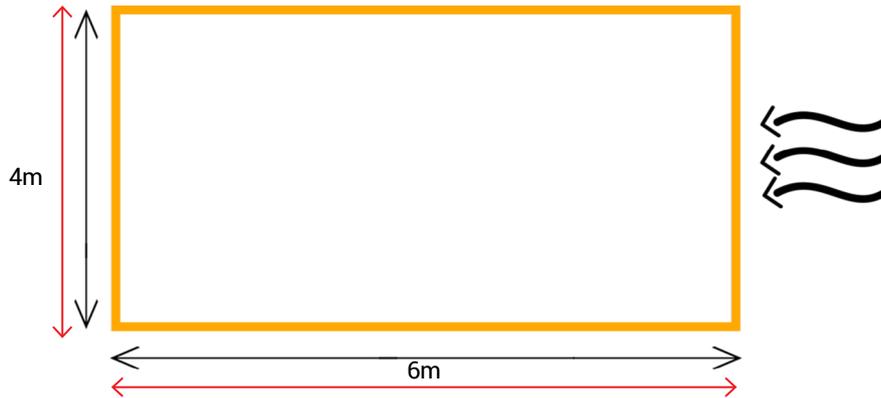
herramientas y equipos	cantidad	
Alicate universal	1	
Arco de sierra	1	
Balde	1	
Broca larga de acero rápido (10mm)	1	
Cavador manual	1	
Llave de combinación 13mm	2	
Destornillador tipo plano	1	
Destornillador tipo estrella	1	
Azada	1	
Escuadra para carpintería	1	
Navaja	1	
Machete	1	
Taladro	1	
Escofina	1	
Juego de brocas de acero rápido	1	
Juego de sierras copa para madera	1	
Lápiz de carpintero	1	
Lima	1	
Hilo de nylon de albañil	1	
Manguera de nivel transparente	1	
Martillo	1	
Nivelador/nivel de burbuja	1	
Pala de punta (pala cortadeira)	1	
Compactador de madera	1	
Pincel	1	
Sierra caladora (é deseable, pero los cortes curvos pueden ser sustituidos por cortes en V, hechos por un arco de sierra)	1	
Tijeras	1	
Tenazas o pinzas	1	
Cinta métrica ou wincha (8 m)	1	

Esa es una indicación de cantidad mínima y varia conforme el número de ayudantes disponible. Lea el manual y revise.

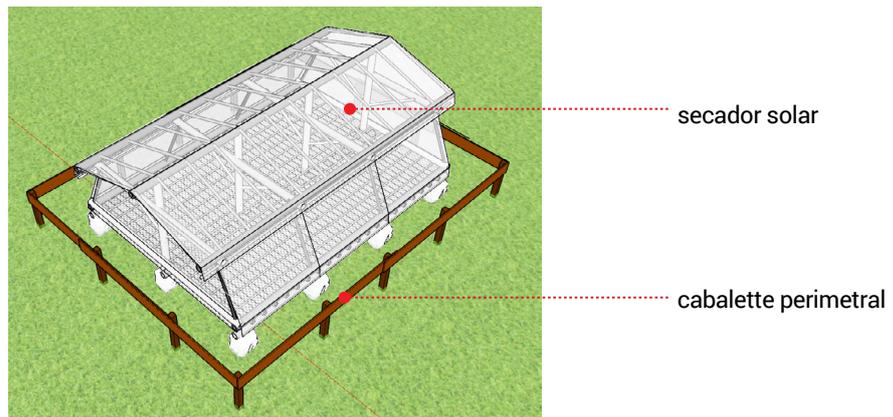
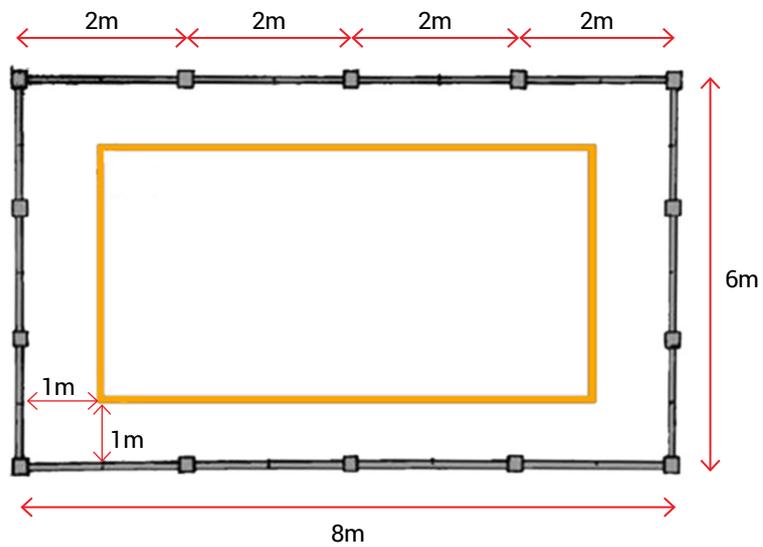
1º PASO: DEMARCACIÓN



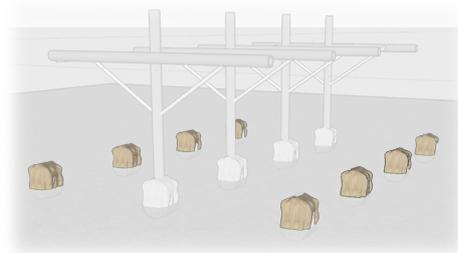
Demarque el área del secador solar (4 x 6m) en terreno donde no haya sombra. La cara menor debe quedar a favor del viento predominante.



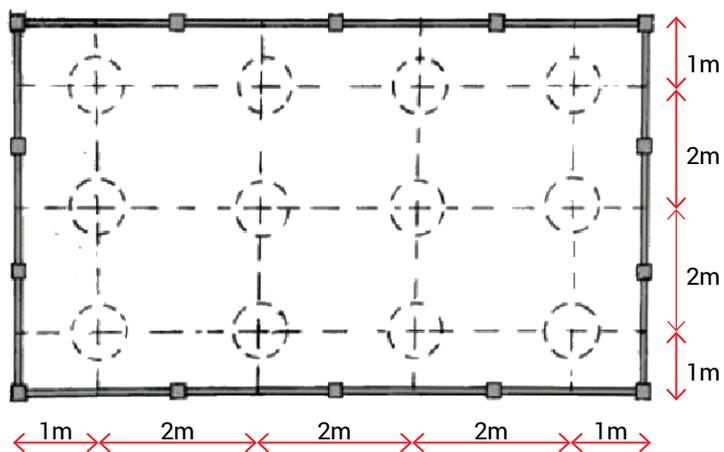
Haga un caballete perimetral con las estacas y tablas de madera, para demarcación del trazo (replanteo), con 1m a más para cada lado (6x8m).



2º PASO: EXCAVACIÓN



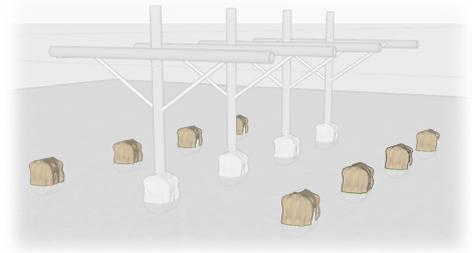
En el caballete perimetral, marque los ejes de las bases con el hilo de nylon de albañil.



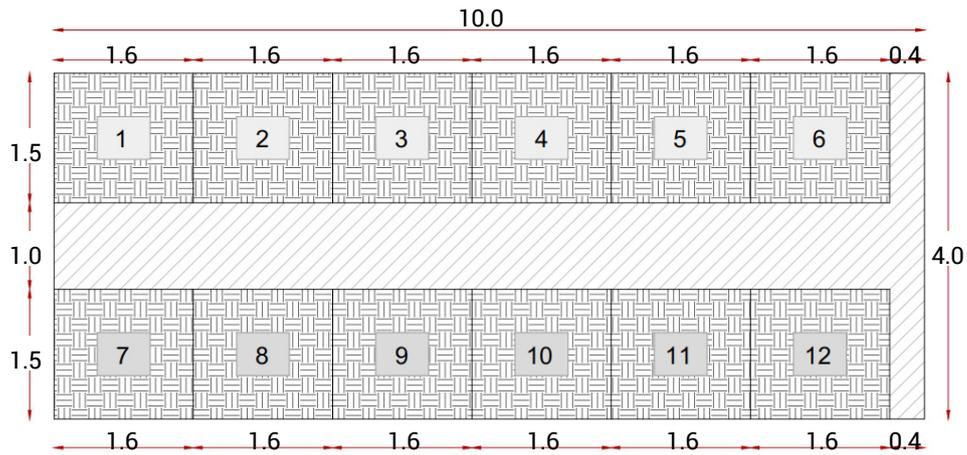
Con el cavador manual y la pala, haga agujeros con profundidad de 60cm y diámetro de 50cm.



3º PASO: BASES



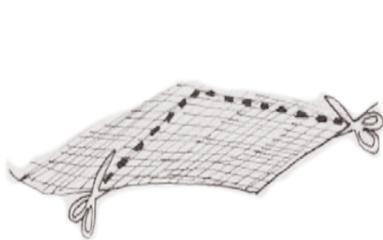
Para las bases, corte la tela de sombreado en 12 rectángulos.



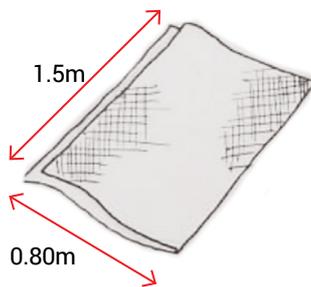
-  Corte do molde
-  Sobras

 El plano de corte puede variar si el ancho de la tela disponible fuera diferente de 4m.

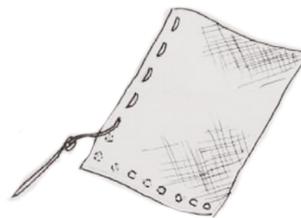
Confeccione bolsas con la tela de sombreado.



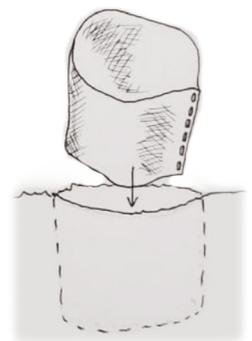
Corte 12 piezas de 1.5 x 1.6m.



Dóbreelas al medio.

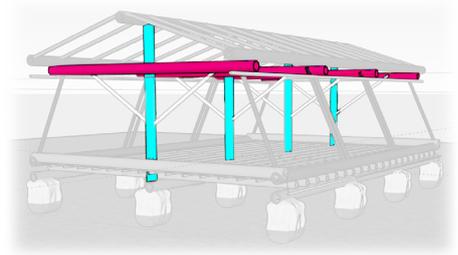


Costurar laterales y fondo. Cada bolsa deberá tener 45cm de diámetro.

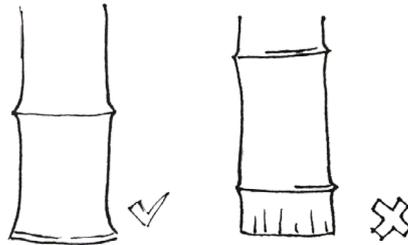
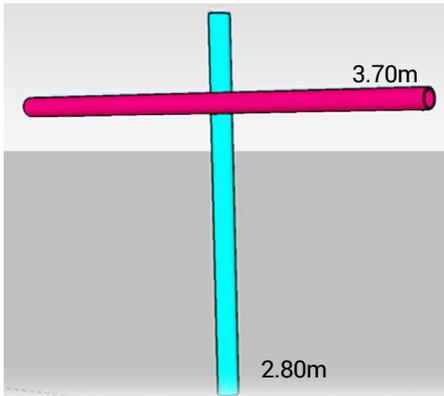


Coloque en el agujero.

4º PASO: CRUCES



Seleccione piezas de bambú para producir las 4 cruces.



! Todas las extremidades de los postes de las cruces deben tener el nudo preservado.

Coloque la viga sobre el poste y marque en el poste el corte oval para encaje.

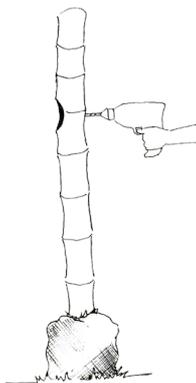


Reproduzca con lápiz el perfil de la viga en el poste.

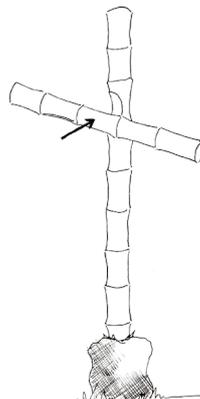


Con sierra taladora, haga el corte en el poste.

Fije la viga de la cruz.



Perfore el poste.

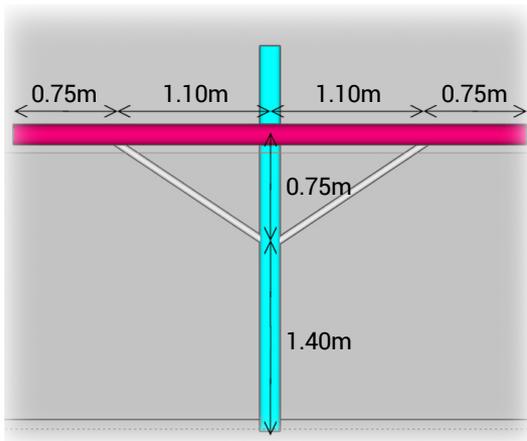


Posicione la viga sobre el poste.



Fije con tuercas, contratuercas, anillo de hule y huachas.

Fije las diagonales, en la viga y en el poste de la cruz, para asegurar (trabar) la estructura.



Nivele la cruz, marque la longitud de las diagonales, corte y fije. Esa fijación puede ser hecha con tornillos o varillas roscadas, dependiendo del diámetro de las piezas.

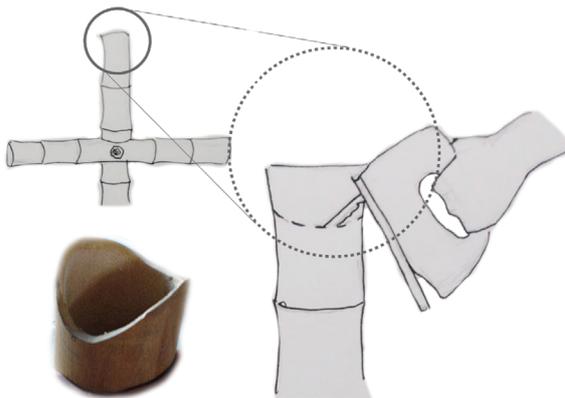


Diagonales fijadas con tornillos.



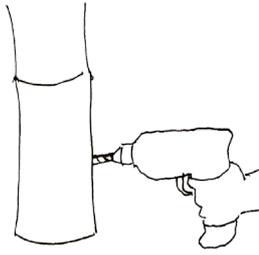
Diagonales fijadas con varilla roscada.

En el tope del poste, haga el corte “boca de pescado” para el encaje de la viga de la cubierta. Consulte sitios de la Internet para saber en detalles como hacer ese tipo de corte.

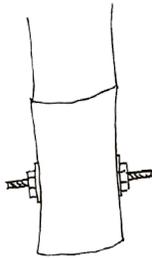


El modo de hacer el corte “boca de pescado” es similar al corte ovalado del poste.

Ejecute una anclaje para las cruces y las posición en los agujeros centrales.



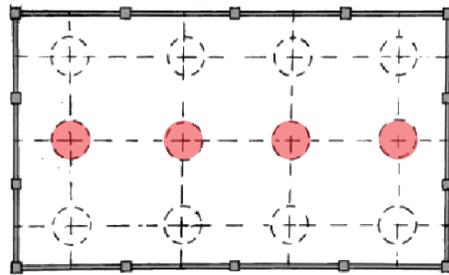
Perfore la base del poste, encima del nudo.



Atraviese un pedazo de varilla roscada. Impermeabilice 90cm del poste con tinta asfáltica, siguiendo las instrucciones del fabricante.

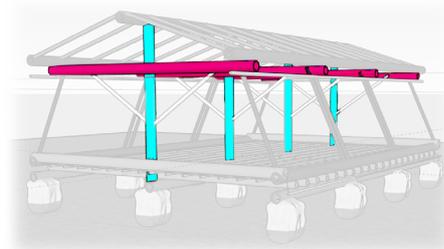


Cruz con 2 varilla de anclaje de bambú, pero se recomienda el uso de varilla roscada. Recordar colocar la bolsa primero!



Posicione las bolsas y las 4 cruces en los agujeros centrales. Nivele, aprume y escore.

5º PASO: BASES



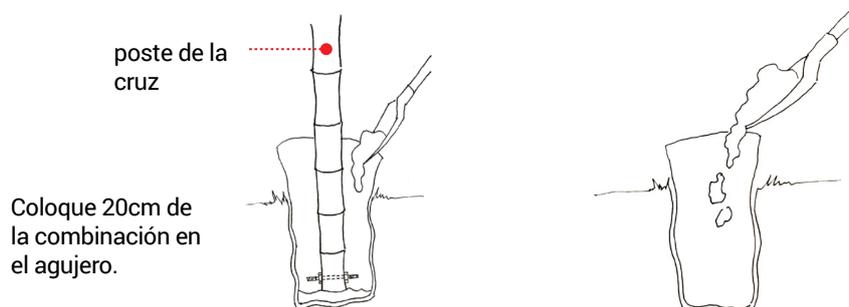
Prepare el suelo-cemento. Combine tierra y cemento en la proporción 1:12 (1 parte de cemento y 12 de tierra) y humedezca levemente.



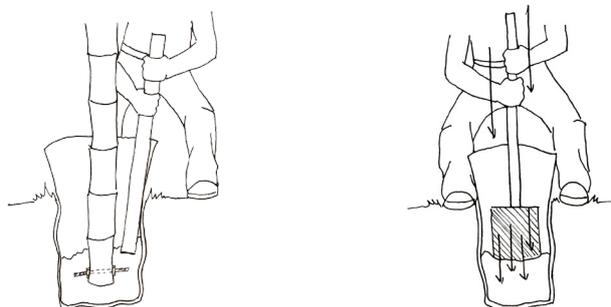
Ejecute las bases.

4 bases centrales

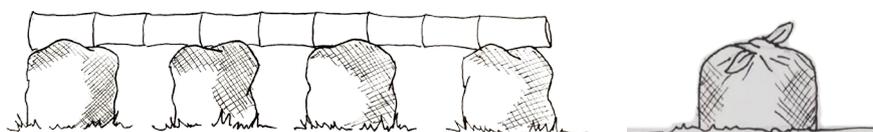
8 bases laterales



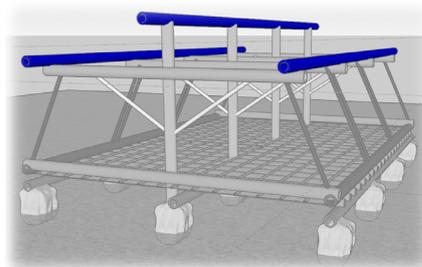
Compacte y aumente más capas. Cuando llegar a 30cm por encima del nivel del suelo, empiece a nivelar con las demás bases. Esa altura mínima ayuda a proteger el bambú contra los salpicones de lluvia.



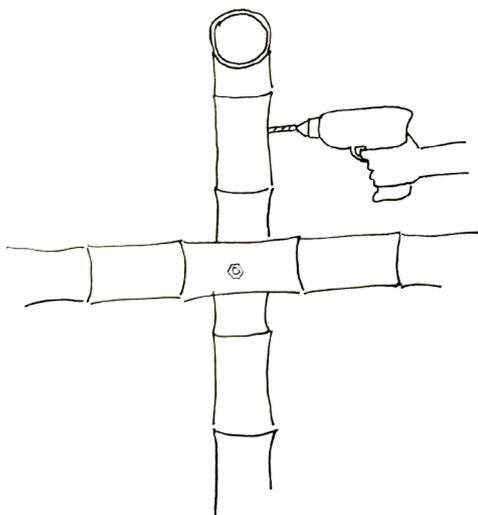
Nivele todas las bases para recibir las vigas de la mesa. El acabado de las bases no necesita ser hecho ahora. Puede ser hecho durante el 7º paso.



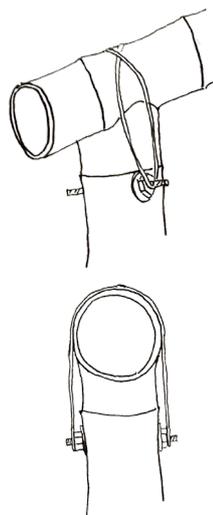
6º PASO: VIGAS DE LA CUBIERTA



Fije la viga de la cubierta sobre las cruces. No deje nada puntiagudo que pueda perforar el plástico de la cubierta.

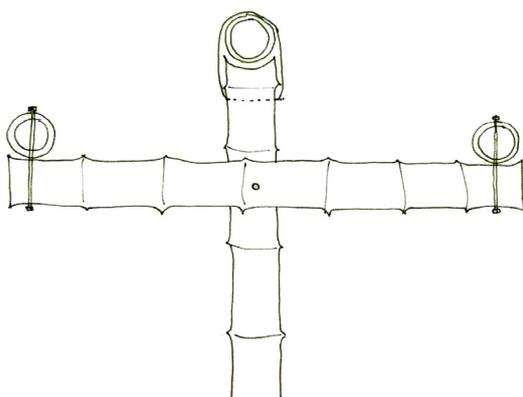


Posicione la viga. Perfore debajo del primero nudo.

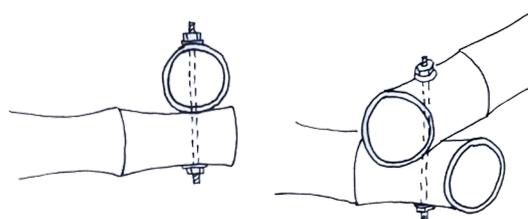


Atraviese una varilla roscada y préndala con tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas. Amarre con alambre.

Fije las 2 vigas de la cubierta restantes en las vigas de las cruces.

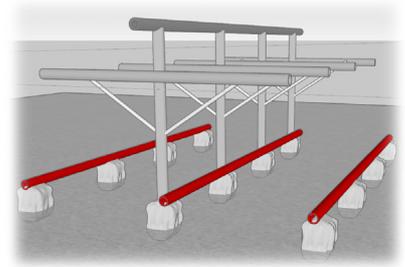


Nivele las vigas, haciendo cortes en las piezas, si fuera necesario. Ese ajuste es importante para que el plástico de la cubierta asiente sin arrugas sobre la estructura.

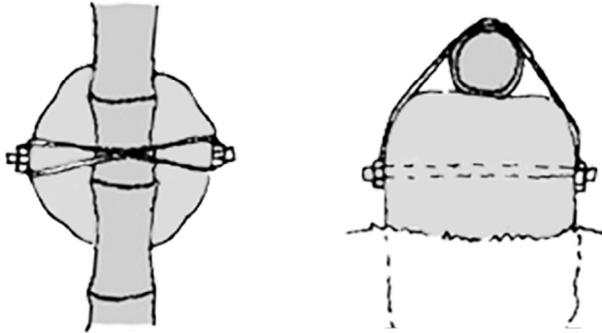


Fije con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.

7º PASO: VIGAS DE LA MESA



Posicione las vigas de la mesa sobre las bases.

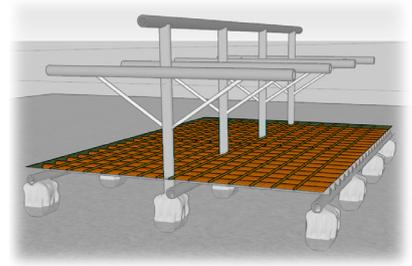


Como el bambú tiene variación de diámetro, ajustes de altura en las bases podrían ser necesarios para obtener un buen nivelamiento. Aliñe las piezas. Atraviese un pedazo de varilla roscada en la base y amarre con alambre en la varilla roscada.

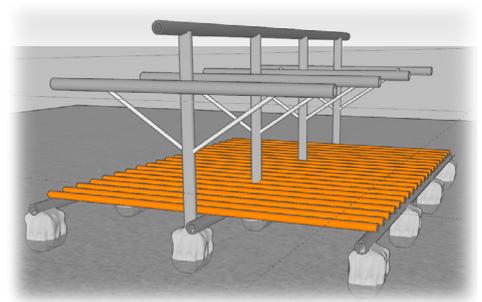


La viga central debe ser presa a los pilares en cruz, utilizando varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.

8º PASO: ESTRADO



Posicione las 21 piezas del estrado (parte inferior) y amárrelas en las vigas de las mesas. Son 7 piezas por módulo.

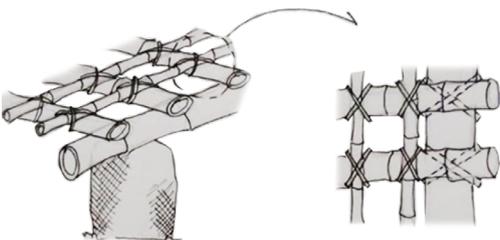
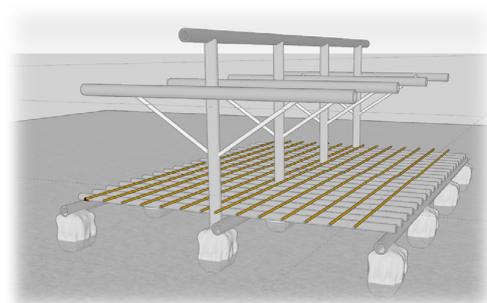


Distribuya las piezas entre los pilares, apoyándolas sobre las vigas de la mesa, a cada 30cm.

Amarre con alambre, en X.

Las piezas de las extremidades deben quedar en la cara interna del poste.

Distribuya las piezas del estrado (parte superior) a cada 15cm. Cada pieza es compuesta por 2 varas.

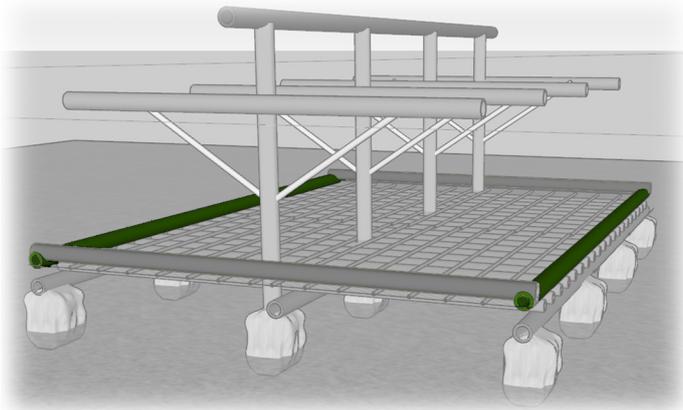
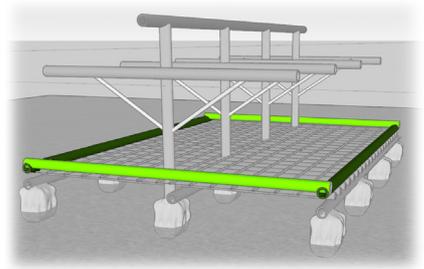


Amarre con alambre.

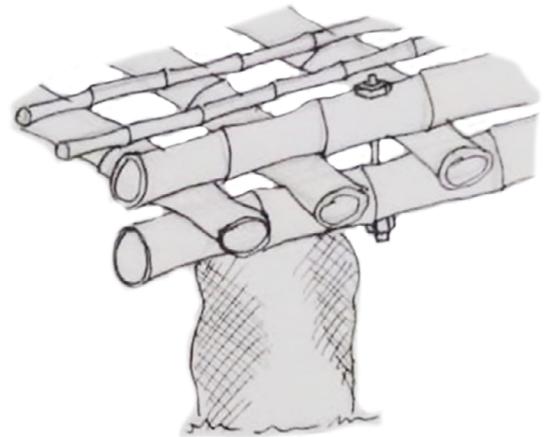


Emende para alcanzar 6m, con alambre o abrazadera de plástico. Empiece del medio para los bordes.

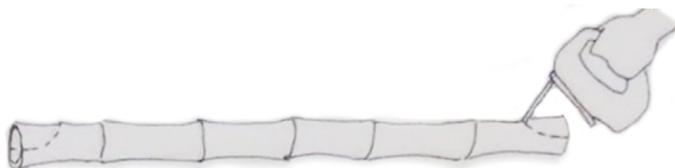
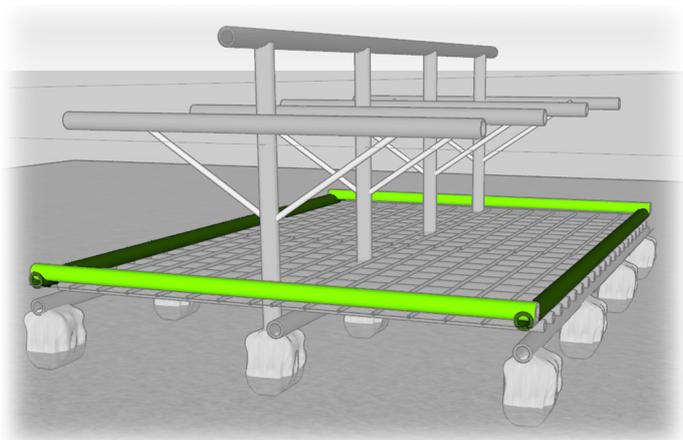
9º PASO: BORDES



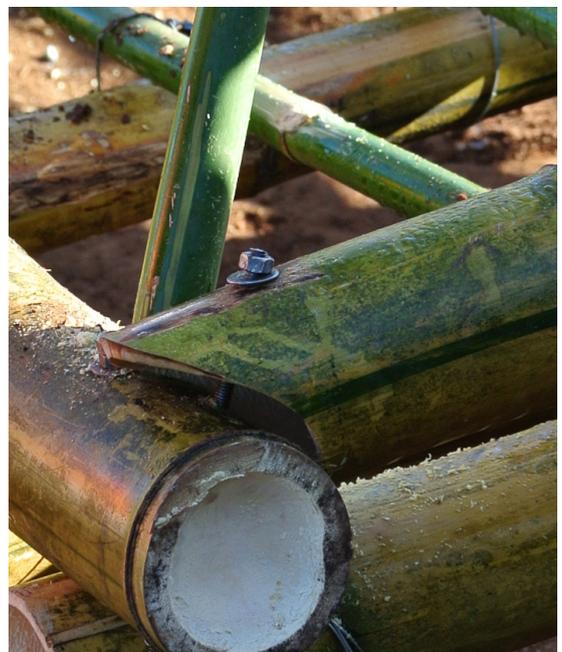
Empiece por los bordes longitudinales, que son las piezas más largas (verde oscuro).



A cada 2m, fije el borde longitudinal en la viga de la mesa con varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas. Deje para hacer las 2 fijaciones de la extremidad junto con los bordes cortos.

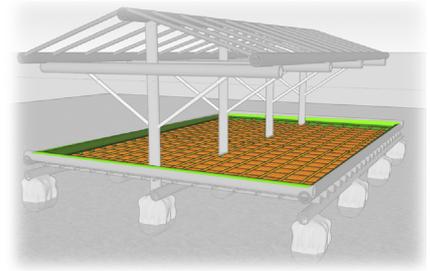


Fije los bordes transversales, las más cortas (verde claro), encajándolas sobre las longitudinales.

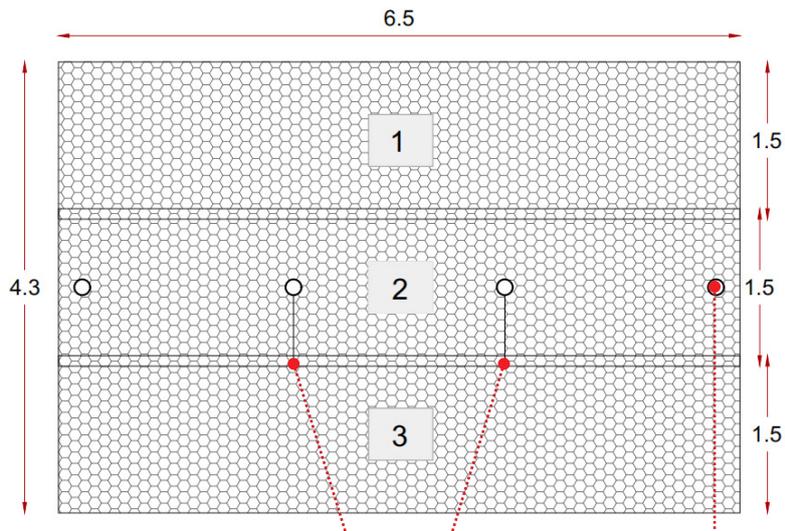


Corte la pieza para encajar en el borde longitudinal y fije en la viga de la mesa. Utilice varillas roscadas, tuercas, contratuercas, anillos de hule y huachas.

10º PASO: MESA



Corte a malla metálica de gallinero. Ella dará sustentación a la carga de los granos que serán colocados sobre la mesa. Posicione las mallas cortadas arriba del estrado cómo indicado abajo.



! El plano de corte puede variar si el ancho de la tela disponible fuera diferente de 1.5m.

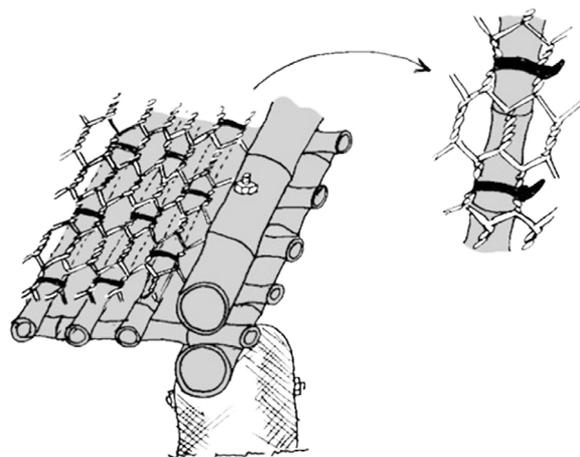
Corte la malla, rodee el poste de la cruz y emiende con alambre o abrazadera plástica.

pilares da cruz

Coloque las mallas de gallinero cortadas sobre el estrado.



Fije las mallas, estirando bien.



Use alambre y/ou abrazadera plástica.

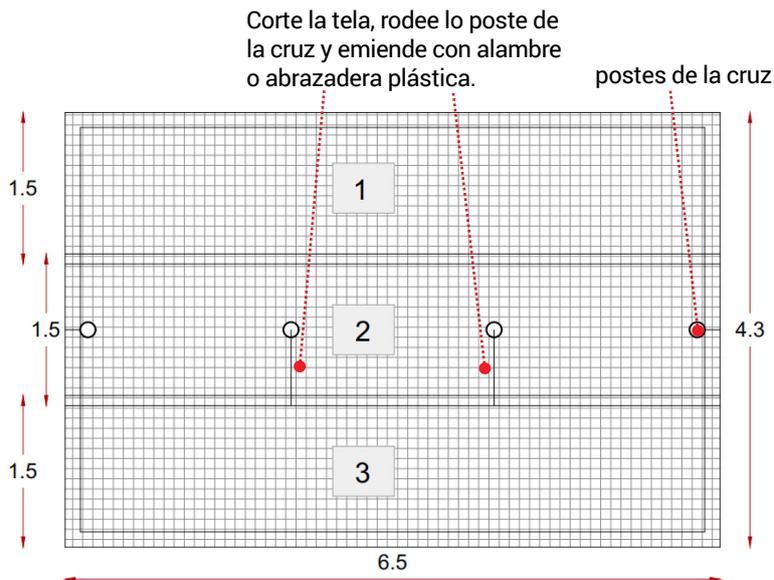


La malla debe cubrir toda la mesa (no cubrir los bordes).



Al subir en la mesa para ejecutar cualquier paso, use tablas para no deformar la malla.

Corte a tela de nylon y coloque arriba la malla de gallinero.



! El plano de corte puede variar si el ancho de la tela disponible fuera diferente de 1.5m.

! Prefiera sobreponer las telas, evite cortar las porciones excedentes.

Fixe a tela de nylon na estrutura.



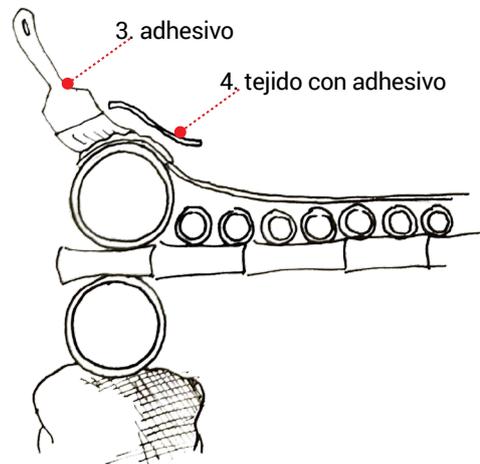
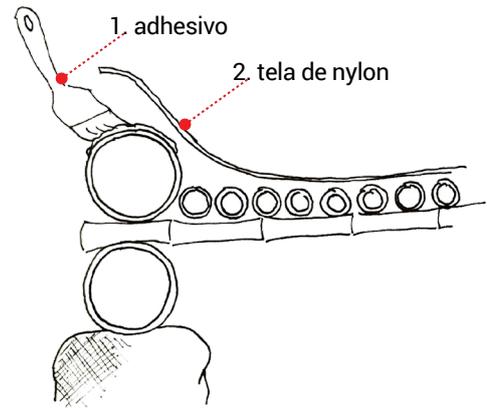
Componga las telas:

1. Pincele adhesivo en el tejido de bajo (15cm);
2. Posicione la tela sobre el tejido;
3. Pincele adhesivo en el tejido de encima (15cm);
4. Pegue el tejido, presionando los 2 tejidos.

Respete el tiempo de secado antes de pegar (lea as instrucciones del fabricante).



No deje rebarbas de la tela de nylon aparentes.

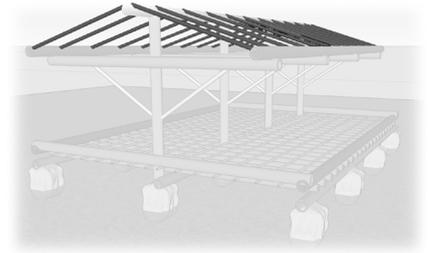


Fije usando adhesivo de contacto y tejido:

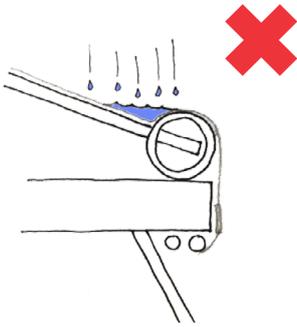
1. sobre el bambú, pincele el adhesivo;
2. posicione la tela de nylon;
3. adicione adhesivo, si fuera necesario;
4. En el tejido, pincele adhesivo y pegue el tejido sobre la tela de nylon.

Respete el tiempo de secado antes de pegar (lea las instrucciones del fabricante).

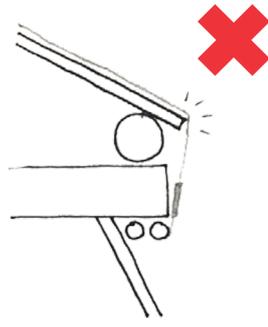
11° PASO: VIGUETAS



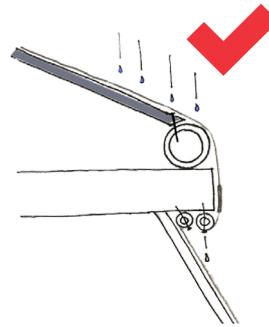
Fije las viguetas en las vigas de cubierta con tornillos, anillos de hule y huachas a cada 50cm.



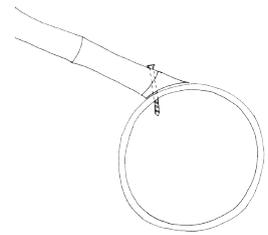
No deje lugares donde pueda haber empozamientos.



No deje lugares donde pueda haber empozamientos.



Corte la vigueta en ángulo y próximo de un nudo, para una fijación cerca de las vigas.



Elimine puntas, esquinas vivas y rebabas en toda estructura.



Use escofina y raspe en las asperezas de los nudos.

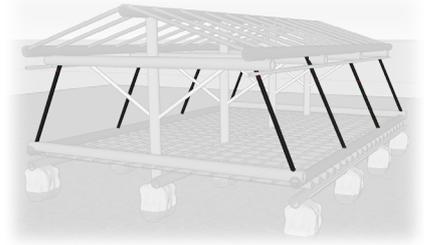


Envuelva las puntas de la cubierta con pedazos de plástico.

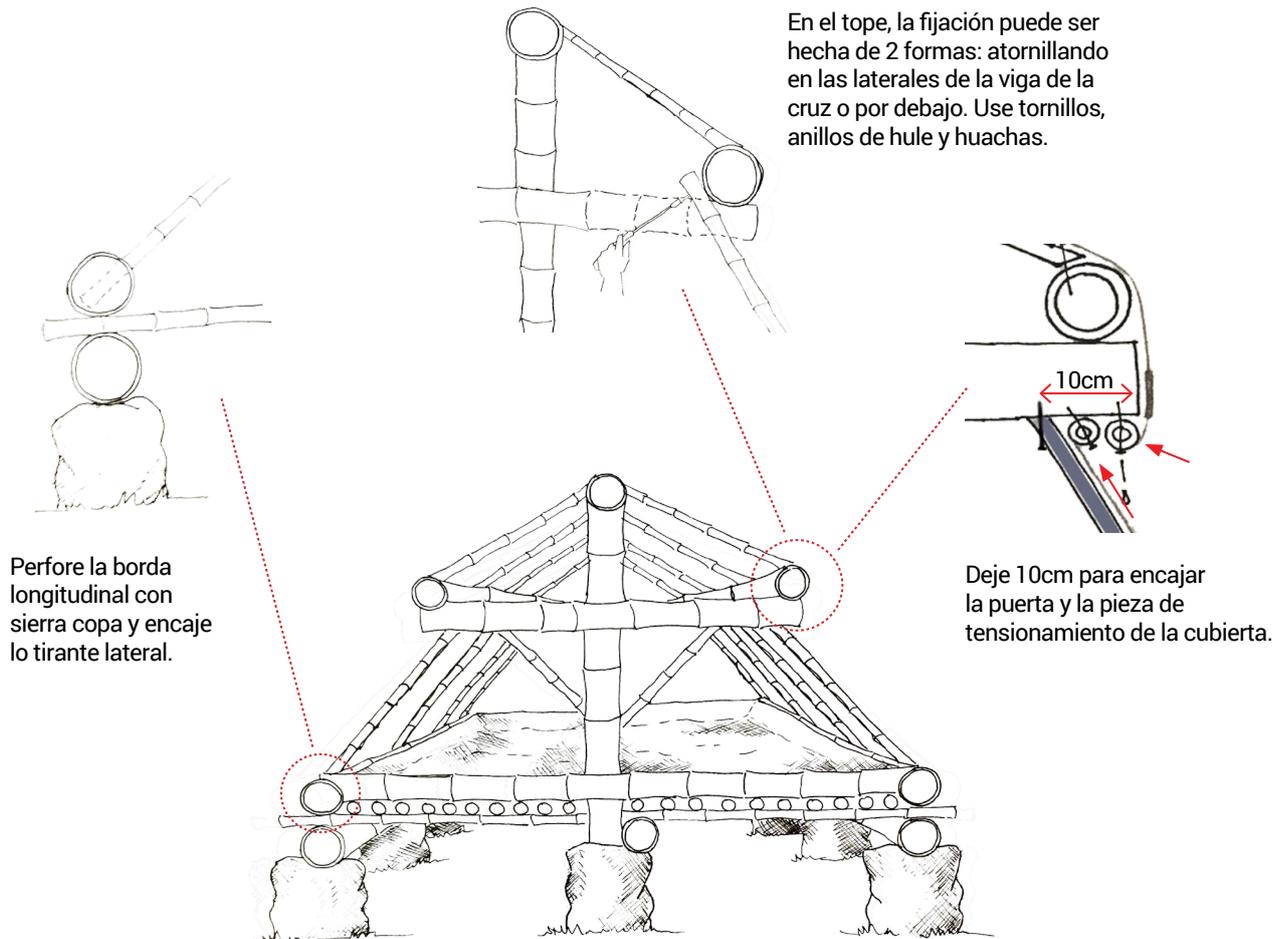


Ninguna punta o metal debe quedar en contacto con el plástico.

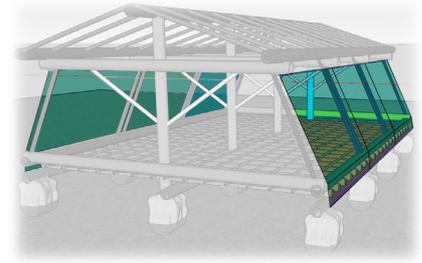
12º PASO: TIRANTES



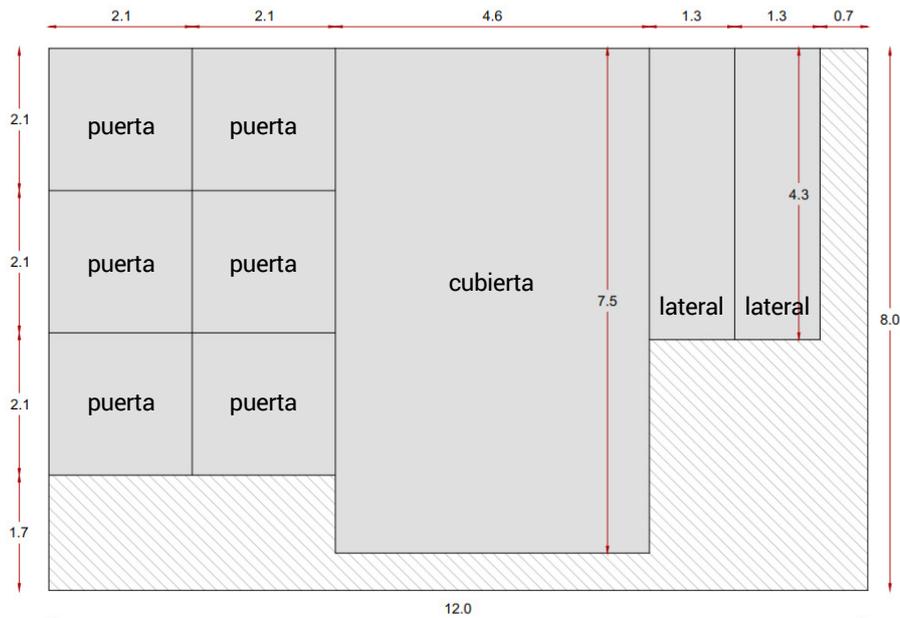
Con tornillos, fije los tirantes laterales en la viga de la cruz y en la borda longitudinal.



13° PASO: COLLAGE



Corte el plástico transparente para la cubierta.

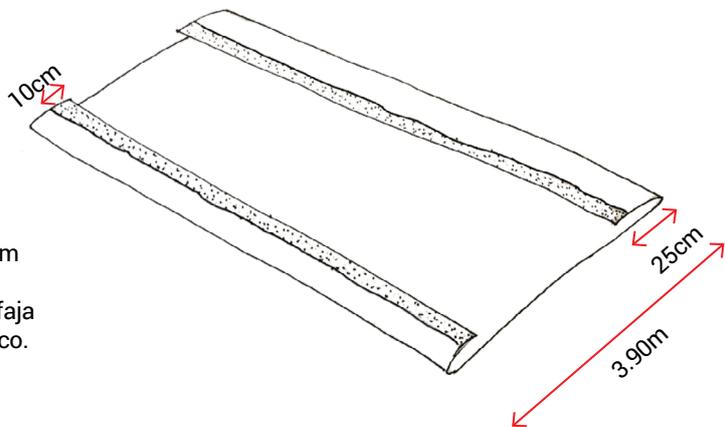


-  Cortes del plástico
-  Retallos para enrollar conexiones de los vástagos

 El plano de corte puede variar si el ancho del plástico disponible fuera diferente de 8m.

Prepare el plástico de la cubierta.

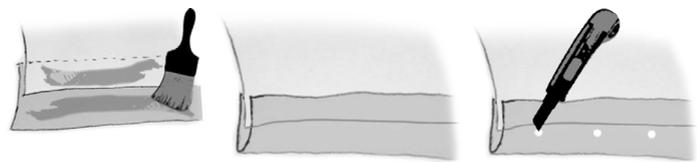
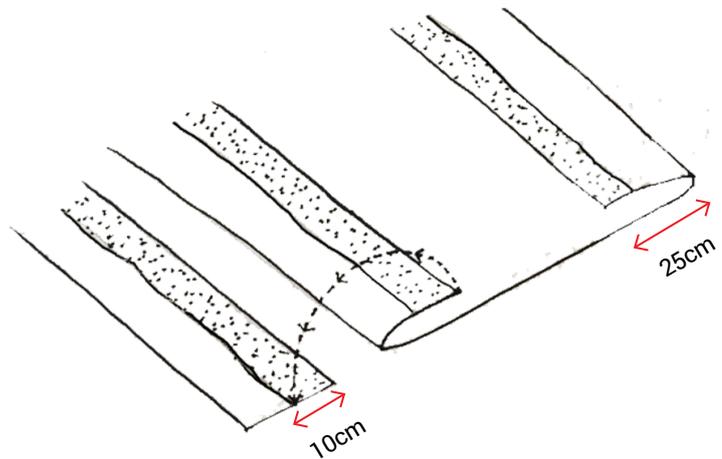
Estire el plástico de 4.6 x 7.45m y doble las laterales. Pincele adhesivo de contacto en una faja de 10cm en el verso del plástico.



Estire una de las tiras de plástico del toldo de 7.45m. Pase adhesivo en una faja de 10cm. Desdoble el plástico sobre a tira y pegue.

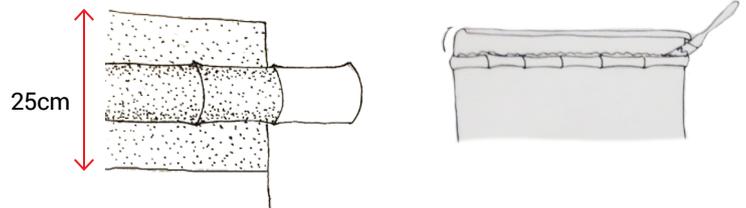
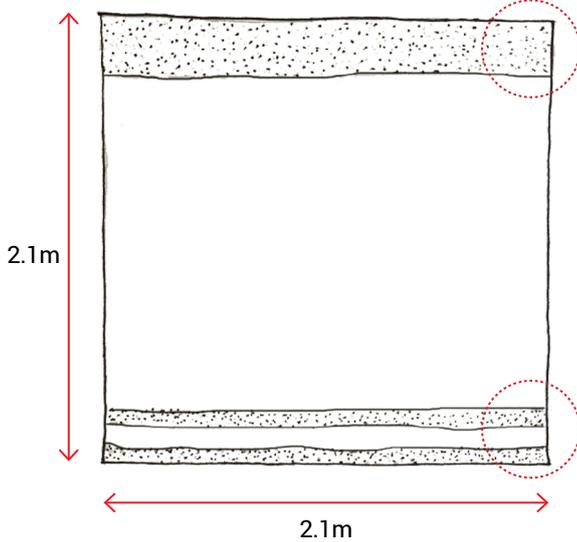
Pincele adhesivo en los 10cm restantes de la faja de plástico del toldo.
Pincele una faja de adhesivo de 10cm en lo anverso del plástico transparente.
Respete el tiempo de secado del adhesivo antes de pegar (lea las instrucciones del fabricante).

Haga agujeros a cada 10cm.



Haga 6 puertas con los plásticos de 2.1 x 2.1m.

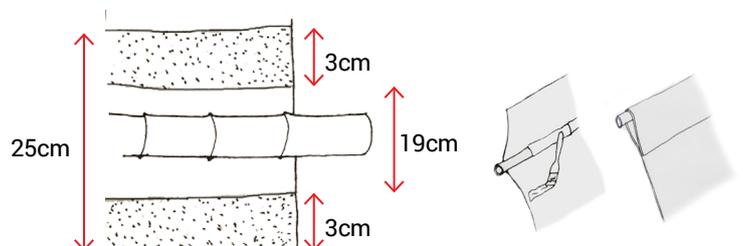
Marque una faja de 25cm en el tope y en la base.



Para el tope de la puerta:

- pincele adhesivo de contacto en una faja de 25cm;
- pincele adhesivo en la pieza de la puerta;
- cole.

Respete el tiempo de secado del adhesivo antes de pegar (lea las instrucciones del fabricante).

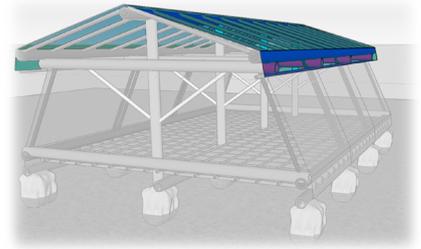


Para la base de la puerta:

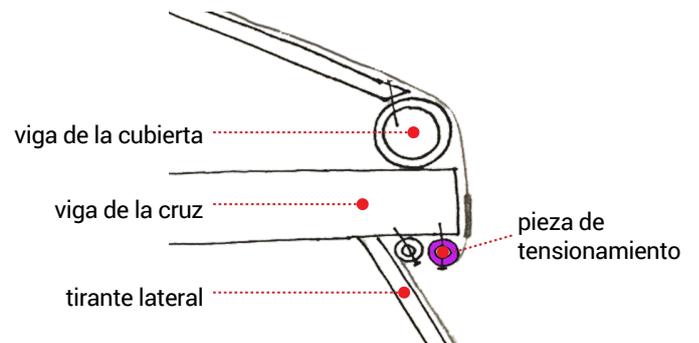
- Pincele 2 fajas de 3cm de adhesivo;
- Pegue un lado al otro, formando un tubo sin adhesivo;
- Pase en el tubo la pieza de la puerta.

Respete el tiempo de secado del adhesivo antes de pegar (lea las instrucciones del fabricante).

14° PASO: CUBIERTA



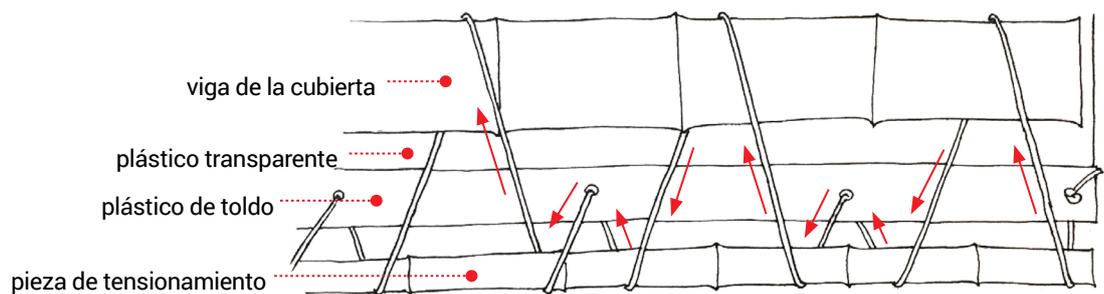
Fije las 6 piezas de tensionamiento de la cubierta, abajo, en las extremidades de las vigas de las cruces. Ellas ayudaran a estirar el plástico. Fije con tornillos, anillos de hule e huachas.



Posicione el plástico de la cubierta y prepare el cordón de polipropileno. Se posicione debajo de la cubierta, dentro del secador, para mejor visualización del amarre.



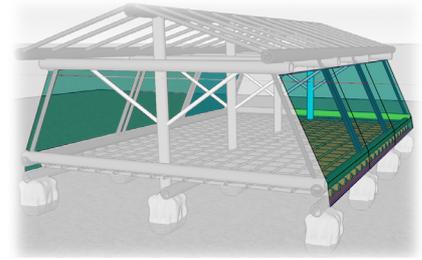
El cordón debe ser pasado por los agujeros y piezas de bambú exactamente de acuerdo a la imagen, para que se obtenga la máxima tensión del plástico.



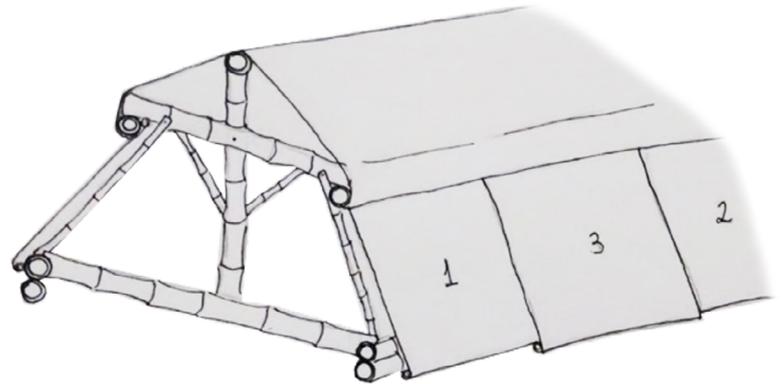
Deje el plástico suelto mientras se pasa el cordón por la estructura. Tensione los 2 lados simultáneamente, confiriendo siempre el posicionamiento del plástico.



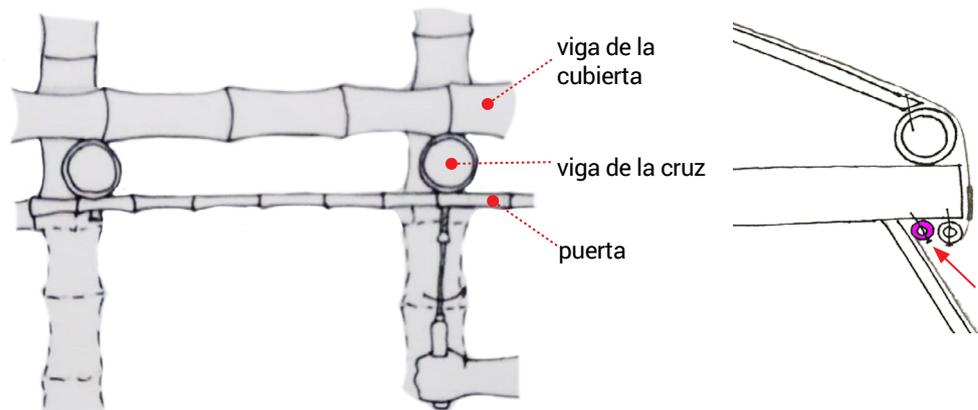
15° PASO: PUERTAS



Empiece por las puertas de las extremidades (1 y 2) y después fije las puertas del medio (3). En el caso de construcción de más módulos del secador, se recomienda que las puertas sean fijadas siempre de forma alternada.



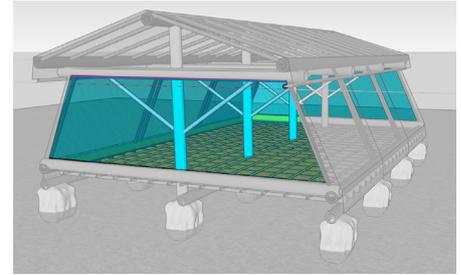
Prenda las puertas, fijándolas por debajo de las vigas de las cruces, bien cerca a las tirantes laterales. Utilice tornillos, anillos de hule y huachas.



Las puertas son para enrollar y pueden ser apoyadas sobre la cubierta, mientras es hecho el manejo de los granos en la mesa.



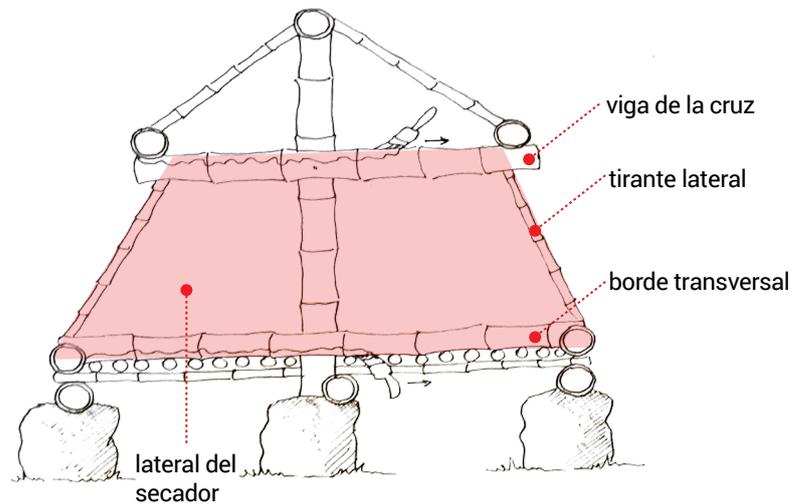
16° PASO: LATERALES



La fijación del plástico aquí es diferente. Las capas son: **bambú + adhesivo + plástico transparente + adhesivo + refuerzo de tejido**.

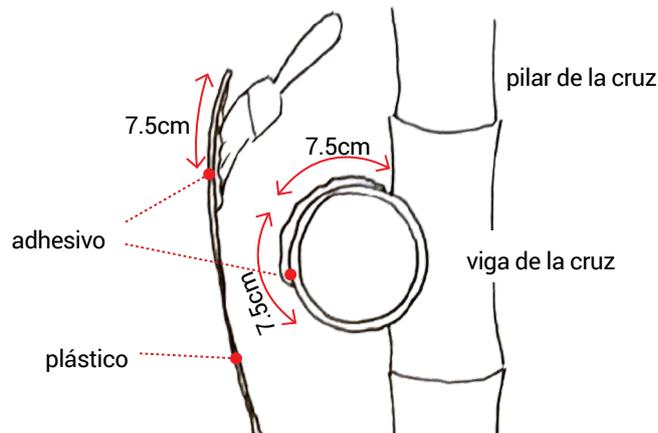
Empiece pegando el plástico a la viga de la cruz, luego al borde transversal y, finalmente, a los tirantes laterales.

Corte el plástico en la forma de la lateral del secador.



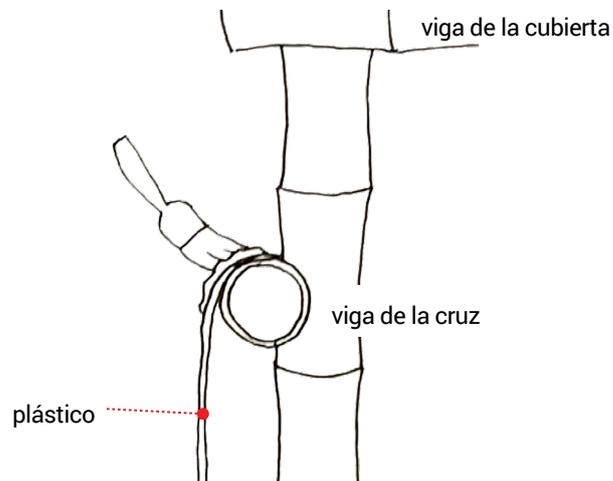
Pincele adhesivo en una faja de 15cm en la viga de la cruz, en el borde transversal y en los tirantes laterales.

Pincele una faja de sólo 7.5cm de adhesivo en el plástico.



Después de colar el plástico sobre la faja de 7.5cm de adhesivo de la viga de la cruz, pincele una faja de 7.5cm de adhesivo en el verso del plástico.

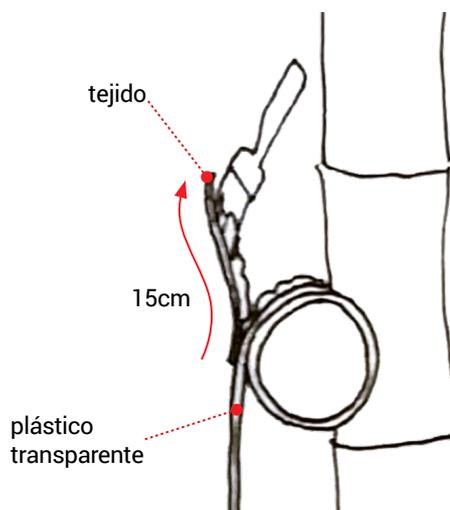
El tejido de 15cm será colado en la faja de 7.5cm de adhesivo de la viga de la cruz e en la faja de 7.5cm de plástico con adhesivo.



Pincele adhesivo de contacto en la faja de tejido de 15cm.
Cole el tejido sobre el plástico (faja de 7.5cm) y sobre la viga de la cruz (faja de 7.5cm).
Respete el tiempo de secado del adhesivo antes de pegar (lea las instrucciones del fabricante).

Repita el mismo proceso con el borde transversal.

! No deje el plástico suelto.
Tensione mientras cola.



La abertura superior de la lateral permite la salida del aire caliente y húmedo.



Felicidades!

El secador solar de granos está concluído!

REFERÊNCIAS

REFERENCES

REFERENCIAS

Milani, A.P.S.; Aranda Junior, M.L.; Yuba, A.N. Cartilha para montagem de cobertura em bambu para moradias rurais. Fundect/MS. 2016. 43p.

Oliveros T., C. E., Ramírez G., C. A., Sanz U., J. R., Peñuela M., A. E. Secador Parabólico Mejorado. Avances Técnicos - Cenicafé. Manizales, ISSN - 0120 – 0178, out. 2008. Disponível em: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/avance_tecnico_0376. Acesso em: 01 set. 2017.

AGRADECIMIENTOS

Este manual es fruto de algunos años de trabajo y colaboración de varias personas. Además, este trabajo se concretiza porque creemos en el potencial de los materiales naturales como una alternativa capaz de reducir los costos y asegurar el buen desempeño de las estructuras. También creemos en la necesidad de que las experiencias de un proyecto deben ser realizadas, compartidas y mejoradas durante el proceso de elaboración, no manteniéndose apenas como un dibujo en una hoja de papel.

Los experimentos con bambú sólo fueron posibles gracias al esfuerzo de personas como el Sr. Alberto, su equipo y el Sr. Alfredo, que ayudaron en la provisión, corte y transporte de las varas hasta la UFMS, Campo Grande/MS. Nuestro reconocimiento a todos aquellos que integran el Grupo de Investigación Cantero Experimental UFMS, aquellos que frecuentan el Laboratorio de Inteligencia Artificial, Electrónica de Potencia y Electrónica Digital - BATLAB, y otros conocedores del tema, que de una u otra forma, ayudaron en la elaboración de los productos detallados en este documento.

Nuestro aprecio a los colaboradores mencionados en esta publicación, quienes participaron en tantas actividades, a veces intensas. Valoramos mucho el tiempo dedicado al proyecto, porque sin esta ayuda no sería posible lograr los resultados alcanzados.

Los estudiantes del Curso de Arquitectura y Urbanismo tuvieron papeles sumamente importantes en la producción de este material. Además de agradecerles, ponemos nuestra esperanza y estímulo para que sean futuros profesionales responsables por las decisiones proyectivas, que sean siempre apropiadas al contexto social, económico y ambiental de sus obras, como aquí destacamos.

A las agencias de apoyo y financiamiento, Comisión Fulbright, Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior - CAPES, Universidad Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS y Pro-rectoría de Investigación y Post-grado - PROPP, nuestra consideración y agradecimiento.

En particular, queremos agradecer a las comunidades de la Aldea Guató (Corumbá / MS / Brasil), Mount Pleasant y Portland (Jamaica), que, junto con los autores, produjeron estructuras locales a partir del corte del bambú hasta la finalización de los productos. Además de trabajar en conjunto, la población se encargaba de identificar las primeras impresiones sobre los puntos débiles o pequeñas aclaraciones posteriores al manual, que se pudieron corregir posteriormente.