

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

**LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL**

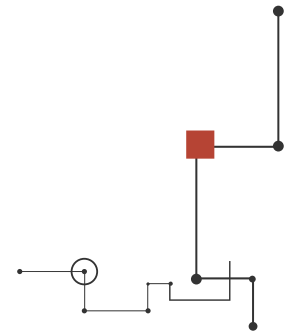
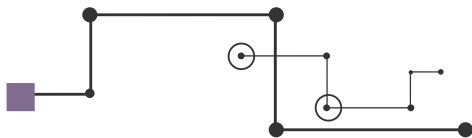
# **MUEBLES DE BAMBÚ LISTOS PARA ARMARSE DE PRODUCCIÓN ARTESANAL**

**Proyecto Final más replica oral que, para obtener  
El Título de Licenciado en Diseño Industrial,  
Presenta:**

**Obed Ismael Macedo Macedo**

**Asesor**

**M. en D.I. Carlos Chávez Aguilera  
Ciudad Nezahualcóyotl, Estado  
de México, 2021**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



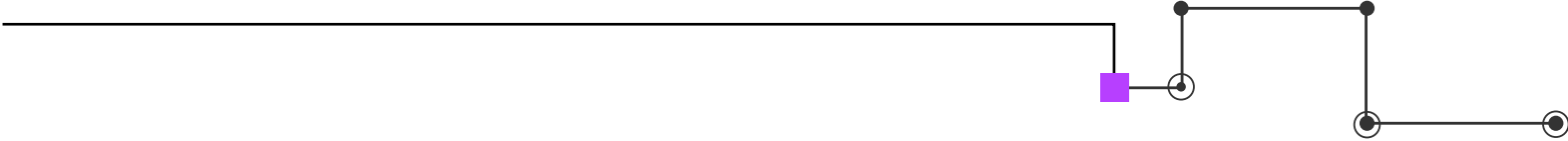
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO**



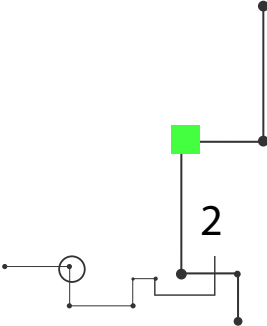
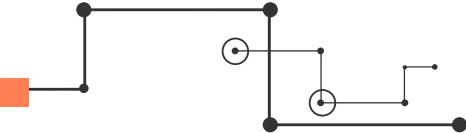
**M. en D.I. Carlos Chávez Aguilera**

**D.I. Maria Fernanda Gutiérrez Torres**

**D.I. Javier Sombrerero Hernández**

**D.I. Miguel Ángel Rodríguez Arroyo**

**D.I. Omar Alfredo Osorno Marcial**



## AGRADECIMIENTOS

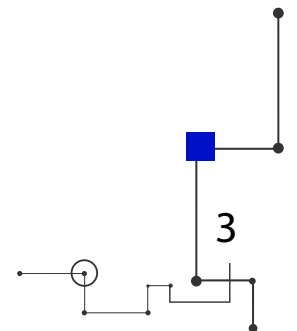
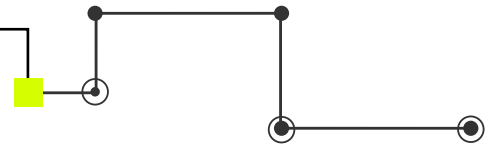
Aunque considero que lo que escribo aquí no hace justicia a todo el apoyo que he recibido por parte de las personas que estoy por nombrar, al menos se que de esta forma, podran recordar y revivir el hecho de ser grandes pilares en mi vida en mas de un aspecto.

Las primeras personas a las que les debo todos y cada unos de los logros y esfuerzos son: Mi mamá, Narce, que jamas ha perdido la fé en mi, mi papá, José, siempre fuerte y exigente para que sea mejor y mi hermano, Bryan, que me ha enseñado más que un hermano mayor... Gracias por alentarme todos los días a ser una mejor persona, por estar ahí para mí sin reservas pero sobre todo gracias por quererme y no dejar que me de por vencido, los amo.

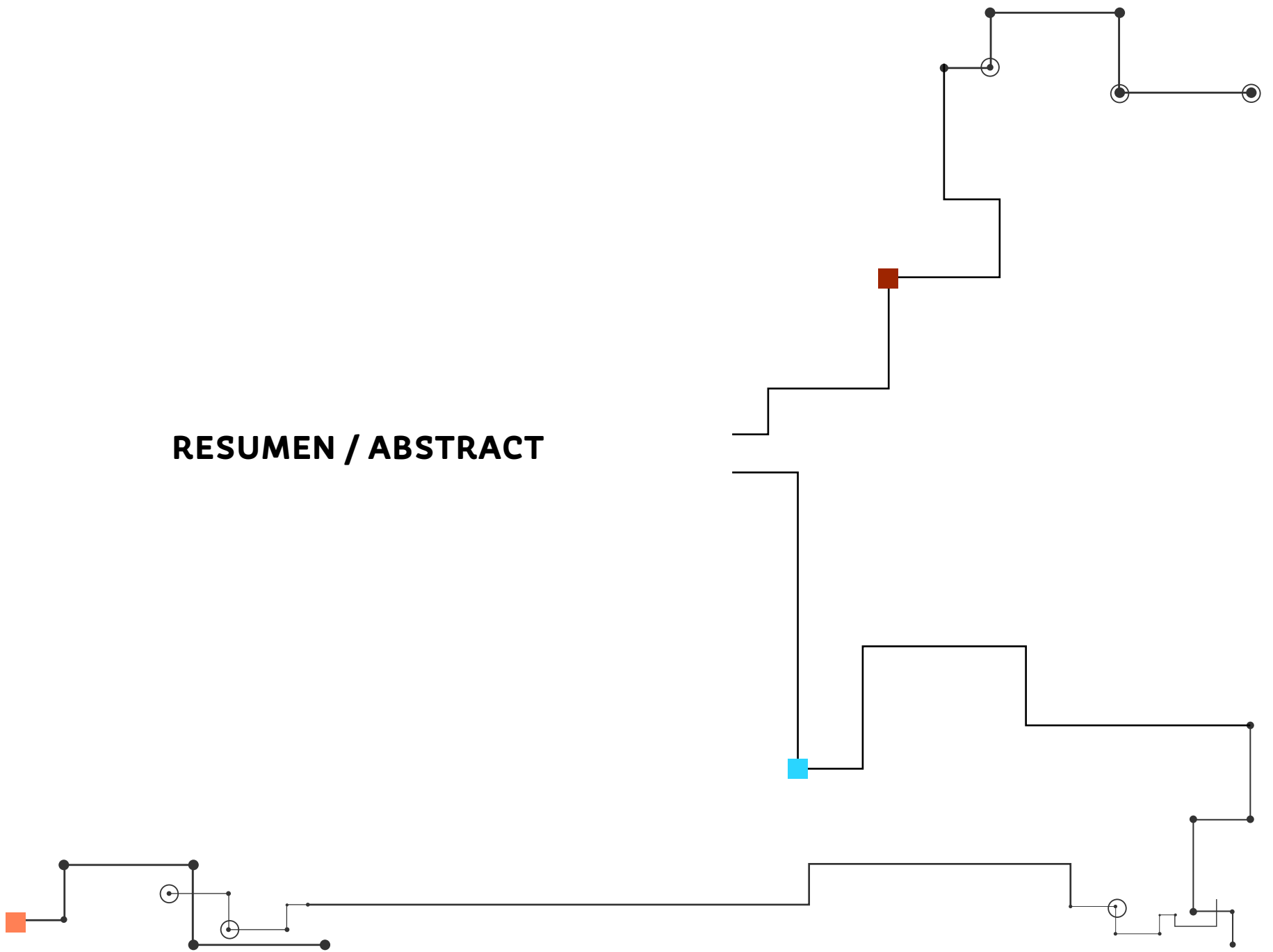
En segundo lugar pero no menos importantes, mis profesores Carlos y Fernanda, desde que les conocí, me han llevado de la mano por este camino universitario, no hay forma de agradecer el apoyo y conocimiento que me brindan, pero además de eso me siento afortunado de poder llamarlos amigos,

sin ustedes y a su seguimiento para que pueda acabar este proyecto, me hubiera llevado otro par de años seguro...

Y por último pero sin restarles mérito, a la UNAM y el resto de mis profesores, ya que me han formado para poder ser y estar donde me encuentro ahora, siendo un diseñador que felizmente ejerce su carrera y que busca poder abrirse camino para poner su nombre en alto... gracias.

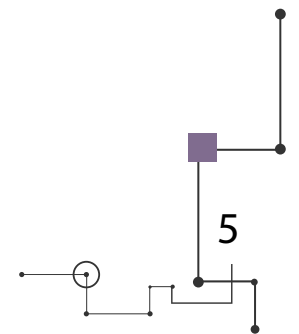
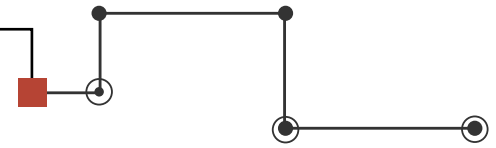


# RESUMEN / ABSTRACT



## RESUMEN

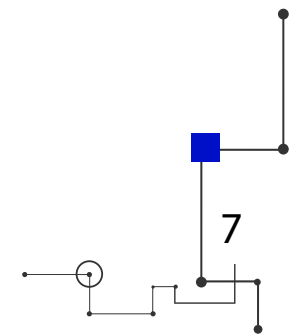
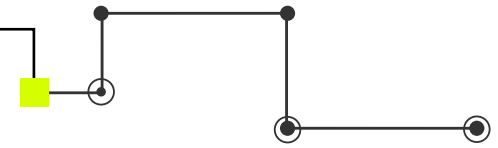
En este trabajo de investigación, se realizó un primer diseño y prototipo de un mueble armable de bambú, con la finalidad de poder solucionar los problemas de almacenaje, transporte y armado que se les presentan actualmente a los artesanos de Monte Blanco que han intentado realizar este tipo de mueble sin éxito. Para lograrlo se utilizaron, la Mesa de ensamble 2.0, Mesa de perforación 2.0, escantillones y el Dispositivo de Control de Ejes y Ángulos de Perforación (DCEAP), este último no se encuentra descrito dentro del trabajo ya que está en proceso de patente. Se inició realizando pruebas de ensambles y rellenos para dar rigidez en el armado, después se procedió a la construcción del prototipo y por último se realizaron pruebas y exposición del mismo en el 3CMB. Como resultado obtuvimos un sillón armable funcional y nos dimos cuenta que debíamos eliminar ensambles que no fueran a 90°, cambiar el tipo de relleno que se utilizó y facilitar la construcción para los artesanos al poder reproducirlo en serie.





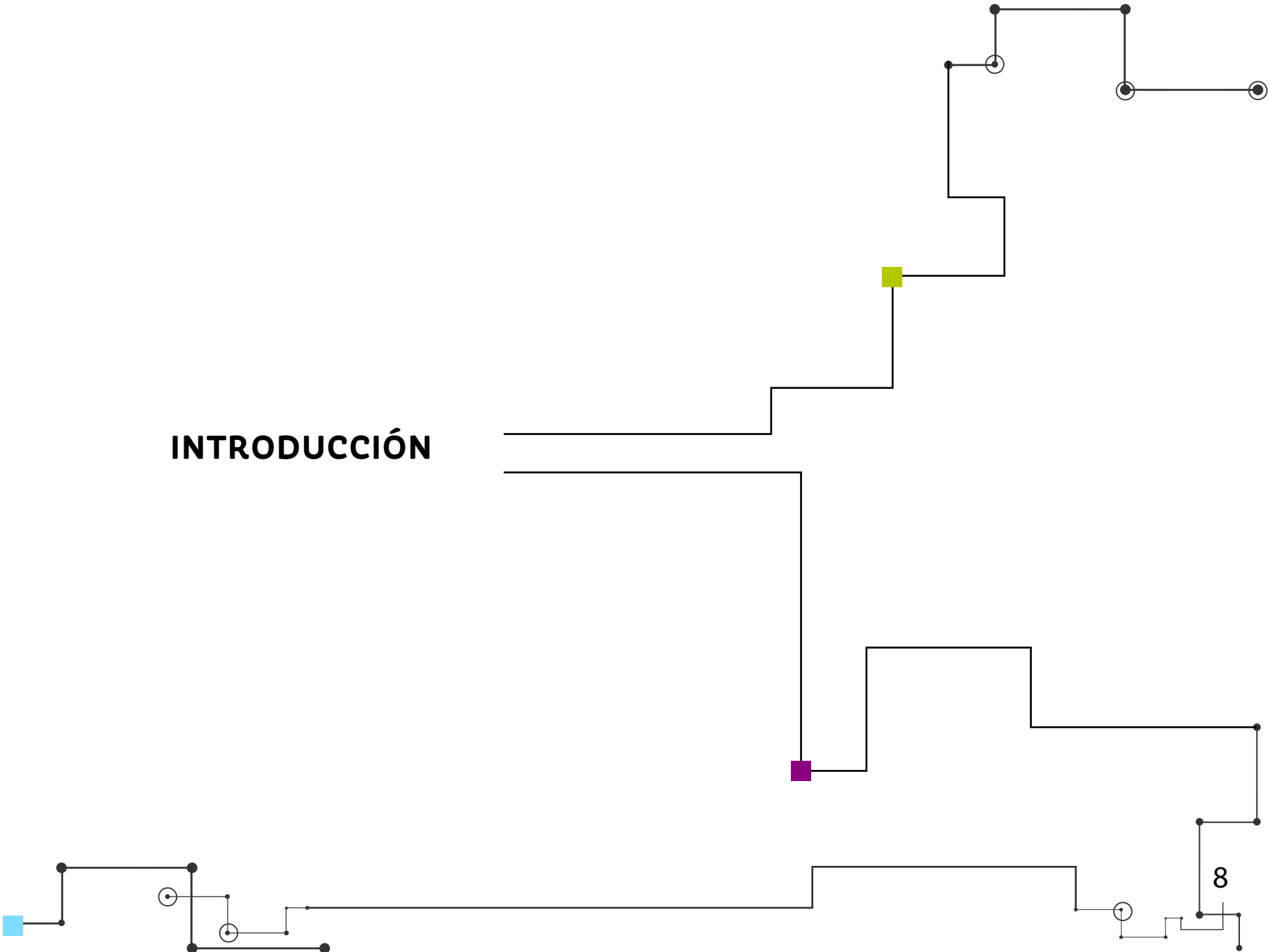
# ÍNDICE

Resumén/Abstract	4
Introducción	8
Pruebas Preliminares	11
Sillón Armable de Bambú	20
Requerimientos	22
El Diseño	25
Proyecto	27
Construcción del Prototipo	39
Planos	57
Actividades Complementarias	68
Problemas que se Presentaron	74
Detalles Faltantes por Resolver	79
Conclusiones	82
Fuentes de Información, Créditos Fotográficos y de Dibujos	85





# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN

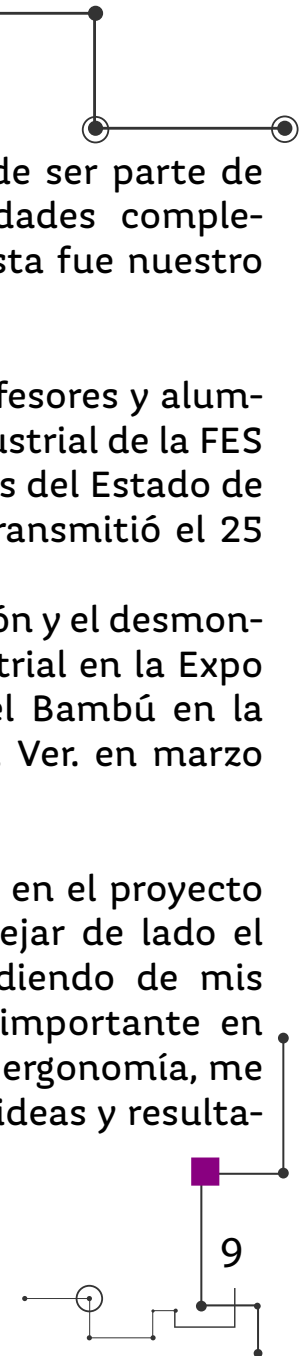
En el trabajo MUEBLES DE BAMBÚ LISTOS PARA ARMARSE DE PRODUCCIÓN ARTESANAL, presento las experiencias y resultados de mi participación en el proyecto de investigación MUEBLES ARMABLES DE BAMBÚ, desarrollado por los profesores M. en D.I. Carlos Chávez Aguilera, la D.I. Ma. Fernanda Gutiérrez Torres y el D.I. Javier Sombrerero Hernández de 2014 a 2016, dentro de un grupo de proyectos de investigación de los mismos profesores, con temas sobre tecnología artesanal del bambú.

Todo el desarrollo del proyecto fue llevado a cabo dentro de los Laboratorios de la FES Aragón, mi participación comenzó desde recoger los bambúes provenientes de Monte Blanco, Ver., para después poder hacer modelos y pruebas de funcionamiento de algunos ensambles que queríamos utilizar, demostrando su efectividad, además pude aportar ideas para el diseño final, la construcción del prototipo, planos, escantillones que nos garantizaron la exactitud necesaria en muebles LPA (listo para armarse) y los empaques de cartón donde podrían comercializarse.

También tuve la oportunidad de ser parte de algunos eventos como actividades complementarias, donde el protagonista fue nuestro mueble:

- Creadores Universitarios “Profesores y alumnos de la carrera de Diseño Industrial de la FES Aragón colaboran con artesanos del Estado de Veracruz”, de Foro TV que se transmitió el 25 de noviembre de 2015.
- El montaje (2 veces), la atención y el desmontaje del stand de Diseño Industrial en la Expo del 3er. Congreso Mexicano del Bambú en la Cd. de Huatusco de Chicuéllar, Ver. en marzo de 2016.

Mi principal objetivo al unirme en el proyecto fue el de titularme pero sin dejar de lado el hecho de poder seguir aprendiendo de mis profesores que son referente importante en sus áreas respectivas, bambú y ergonomía, me fue grato poder contribuir con ideas y resultados favorables en este mueble.



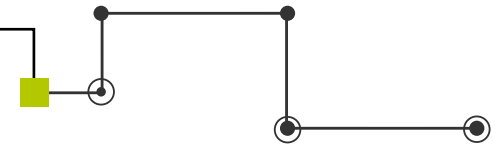
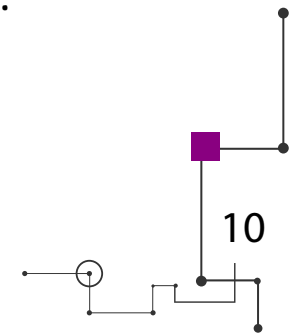
# INTRODUCCIÓN

Dentro del trabajo podemos encontrar:

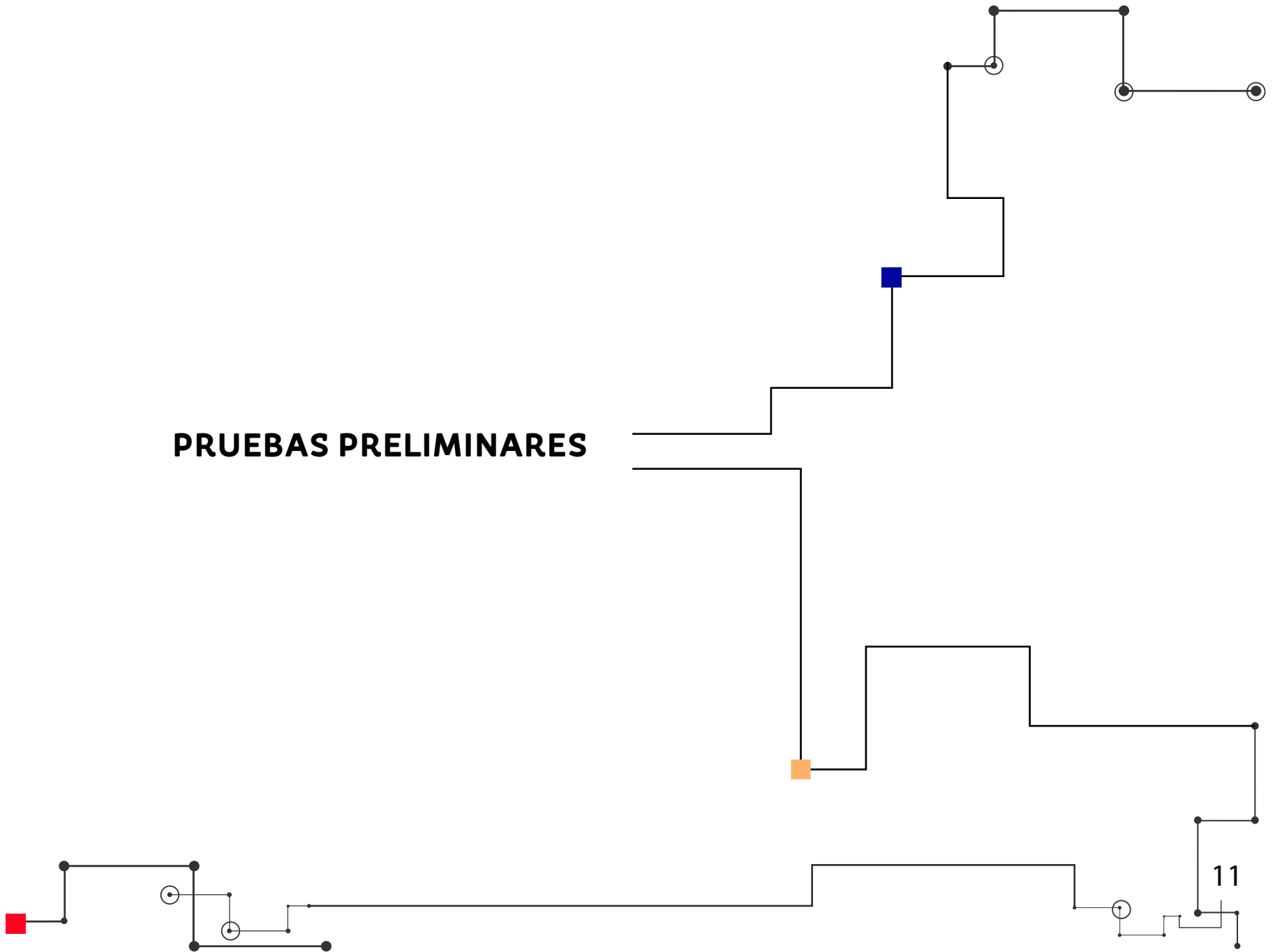
- Pruebas preliminares: Donde vemos algunos tipos de ensamblajes a utilizar en el mueble y la “boca de pescado”.
- Proyecto: Donde se explica el tipo de mueble a construir, tipo de bambú utilizar, requerimientos y componentes del mueble, tipos de ensamblajes necesarios para su construcción y armado además de los escantillones necesarios para garantizar la exactitud del mismo.
- Construcción del prototipo: Donde se detalla paso a paso el desarrollo, desde el corte, perforaciones, unión, conformado y acabados.
- Planos para poder reproducir el sillón.
- Actividades complementarias con la participación de un artesano en la replica de bastidores, Participación en el Tercer Congreso Mexicano del Bambú (3CMB).
- Problemas que se presentaron: Donde resaltamos los problemas que tuvieron los ensamblajes y lo que sucedió con los bambúes debido al cambio en el contenido de humedad en equilibrio (CHE).

- Detalles faltantes por resolver: Donde hablamos de las tapas que se necesitan para tener mejor estética en el sillón además de la tapicería que debemos usar.
- Conclusiones: Donde comprobamos que el uso de las mesa de ensamble y de perforación, son clave para poder lograr muebles armables de este tipo, además del uso de otras herramientas como escantillones y el DCEAP.

Mi trabajo de participación en un proyecto de investigación de profesores de Diseño Industrial, se terminó antes de que el H. Consejo Técnico de la FES Aragón aprobara la opción de titulación por Actividad de Investigación, por lo que se presenta, al igual que trabajos anteriores de otros compañeros, como Proyecto Final más Réplica Oral, aunque tiene la estructura de una tesina, una de las modalidades de titulación de esa opción.



# PRUEBAS PRELIMINARES

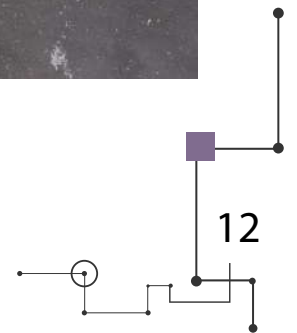
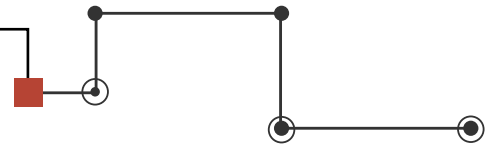


# PRUEBAS PRELIMINARES

## Extremo de larguero con boca de pescado

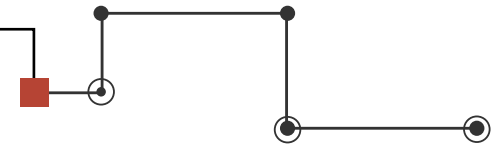
Se utiliza en uniones a 90°, en este caso, para unir los bastidores del sillón.

Se inicia con un corte en "V" en un extremo del larguero

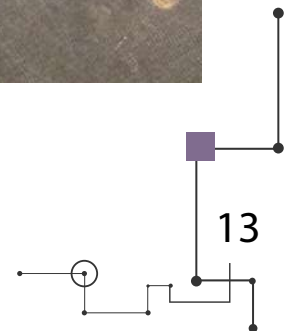


# PRUEBAS PRELIMINARES

Extremo de larguero con boca de pescado

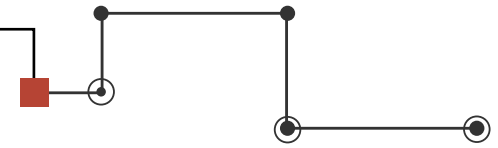


Se da forma circular al corte, desbastándolo con un tambor de lija gruesa de diámetro aproximado al de la pieza a ensamblar, montado en un trompo.

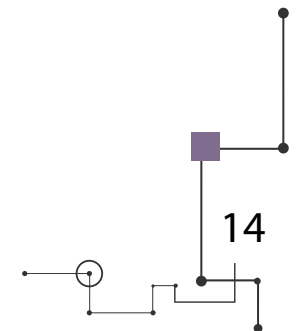


# PRUEBAS PRELIMINARES

Extremo de larguero con boca de pescado

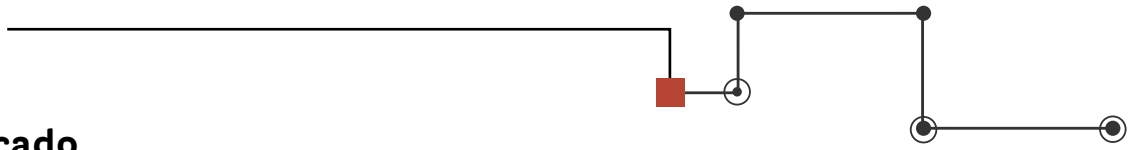


Se bisela el extremo con “boca de pescado” por el exterior utilizando lijadora de disco para evitar astillamiento de la capa superior.

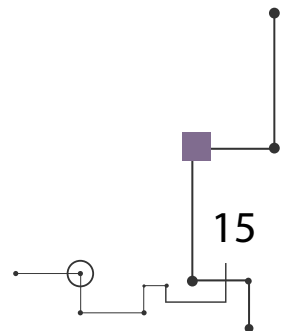


# PRUEBAS PRELIMINARES

Extremo de larguero con boca de pescado



Extremo de larguero con “boca de pescado” terminada.

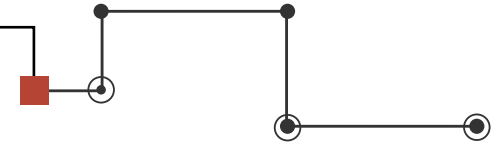
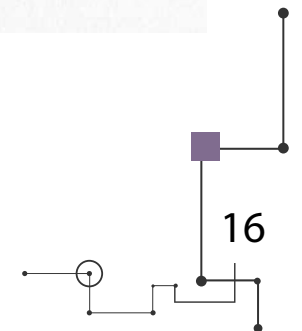
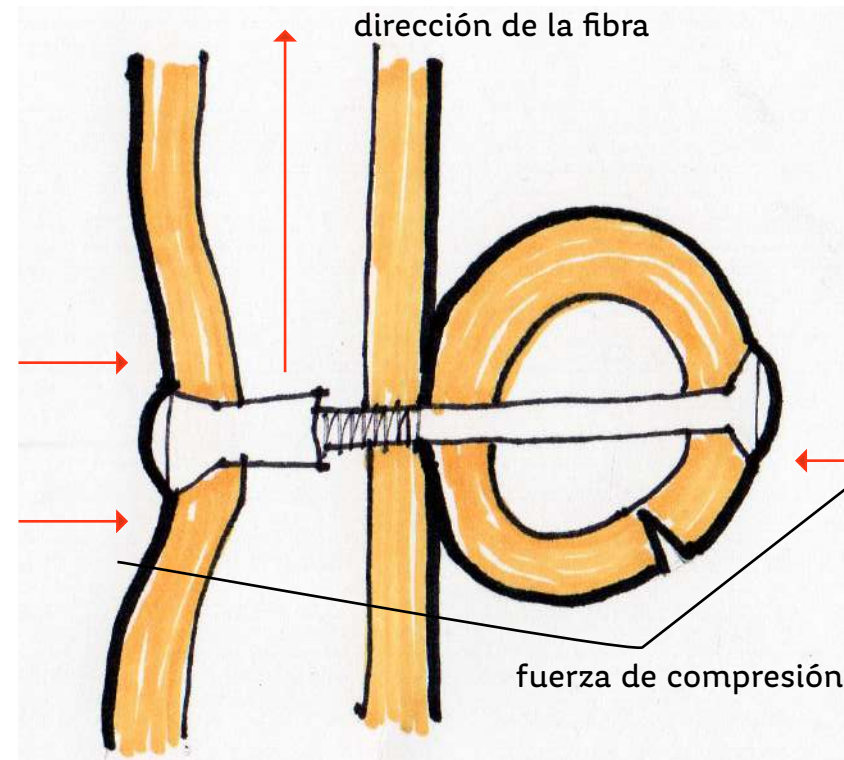




# PRUEBAS PRELIMINARES

## Ensamblajes con conector de tornillo y tuerca

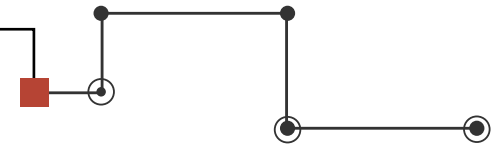
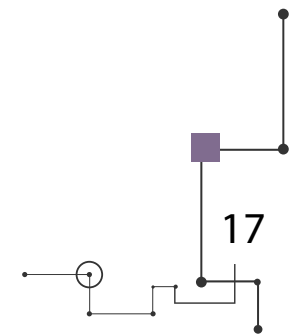
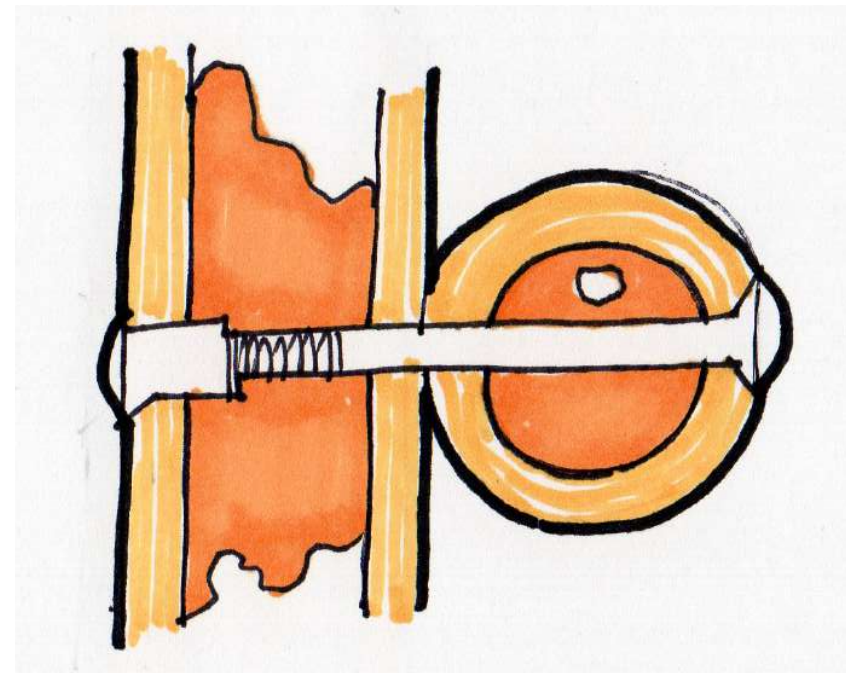
Se utiliza un conector con tornillo de acero inoxidable con cabeza allen y una tuerca también con cabeza allen de 7.9 mm (5/16") de diámetro. Este ensamble produce un esfuerzo de compresión perpendicular a la dirección de la fibra en ambas piezas con riesgo de colapso en especies de paredes delgadas como la que se propone (*Phillostachys bambusides*).



# PRUEBAS PRELIMINARES

## Ensamblajes con conector de tornillo y tuerca

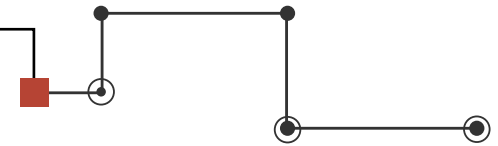
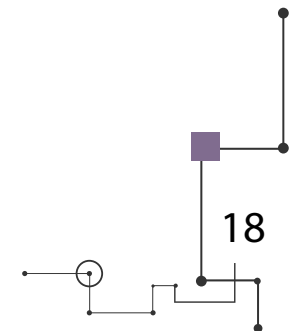
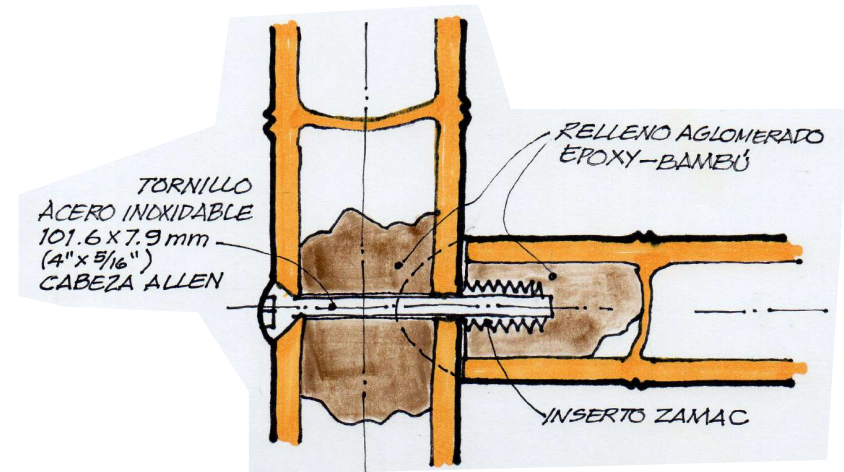
Para prevenir el colapso se rellenó el interior de las piezas en el punto de unión con una mezcla de resina epoxy-aserrín de bambú (proporción 75-25). La mezcla se introduce por una perforación de 12.7 mm (1/2") en la parte que está en contacto con la otra pieza.



# PRUEBAS PRELIMINARES

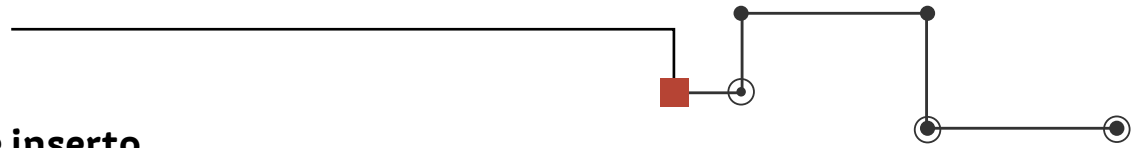
## Ensamblajes con conector de tornillo e inserto

Ensamble a 90° entre largueros, uno de ellos con "boca de pescado"; ambas piezas se rellenan en el punto de ensamble y en el extremo con "boca de pescado" se introduce, centrado, un inserto de zamac para tornillo de 7.9 mm (5/16") de diámetro.

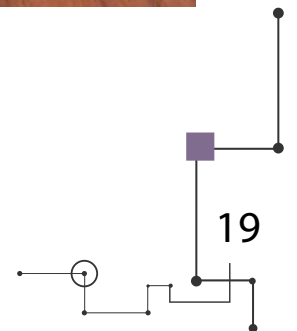


# PRUEBAS PRELIMINARES

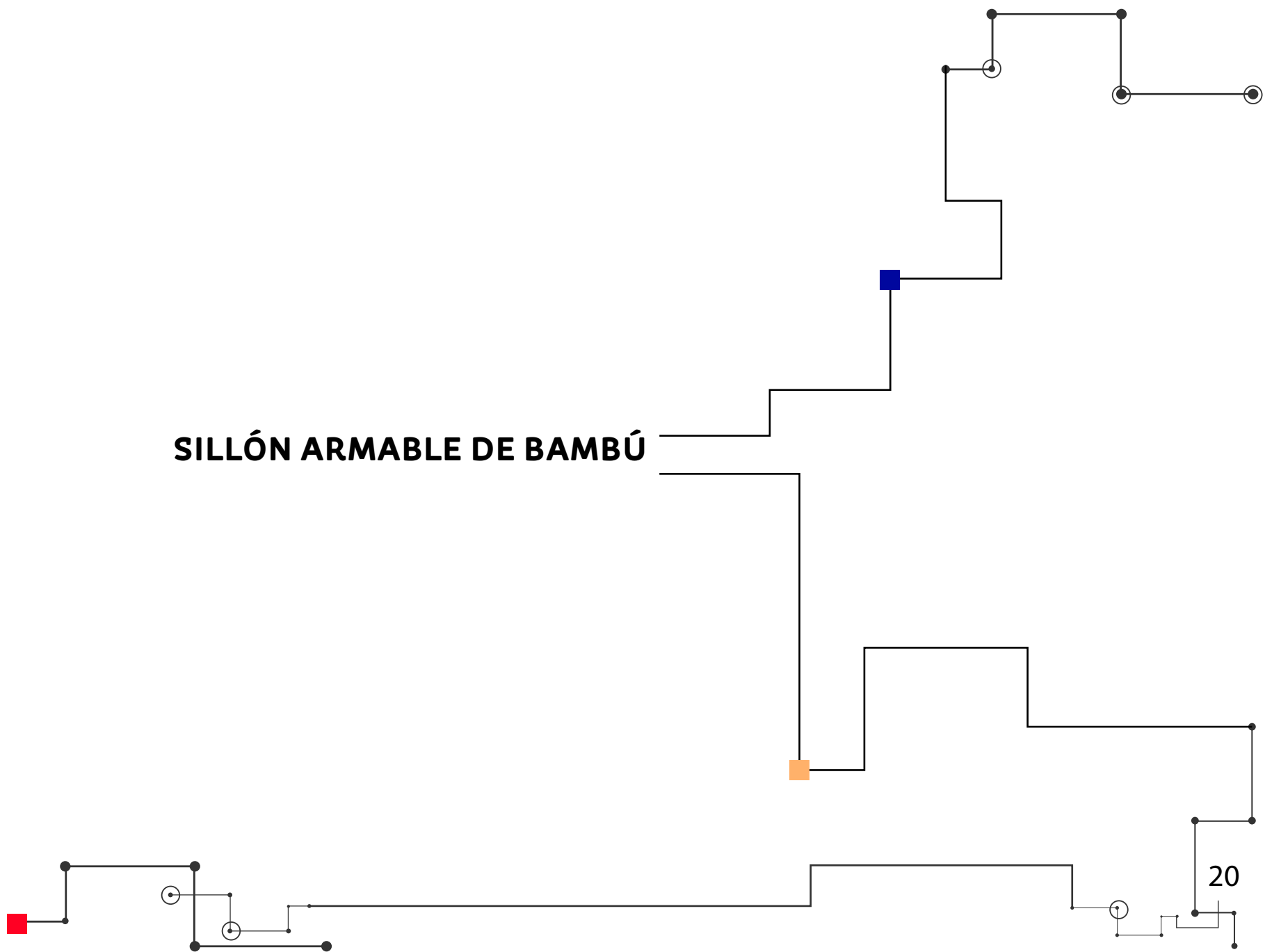
Ensamblajes con conector de tornillo e inserto



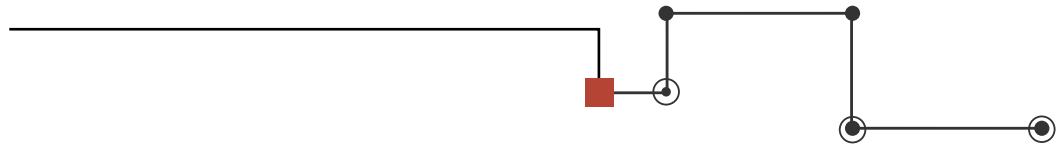
Se unen con un tornillo de acero inoxidable de cabeza allen de 7.9 mm (5/16") de diámetro que atraviesa una pieza y se aloja en el inserto en la otra.



# SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ



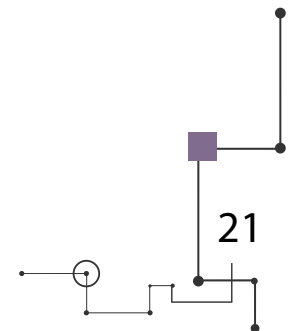
# SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ



Se escogió un sillón individual porque es el mueble básico para una sala o para usarse como mueble suelto. Se propone un sillón construido con una estructura de bambú y un acojinamiento de aprox. 5 cm de grueso de materiales biológicos; construcción a base de bastidores planos empacados en una caja de cartón corrugado que el usuario compre en la tienda, lo lleve a su casa en su propio automóvil y lo arme con herramientas sencillas.

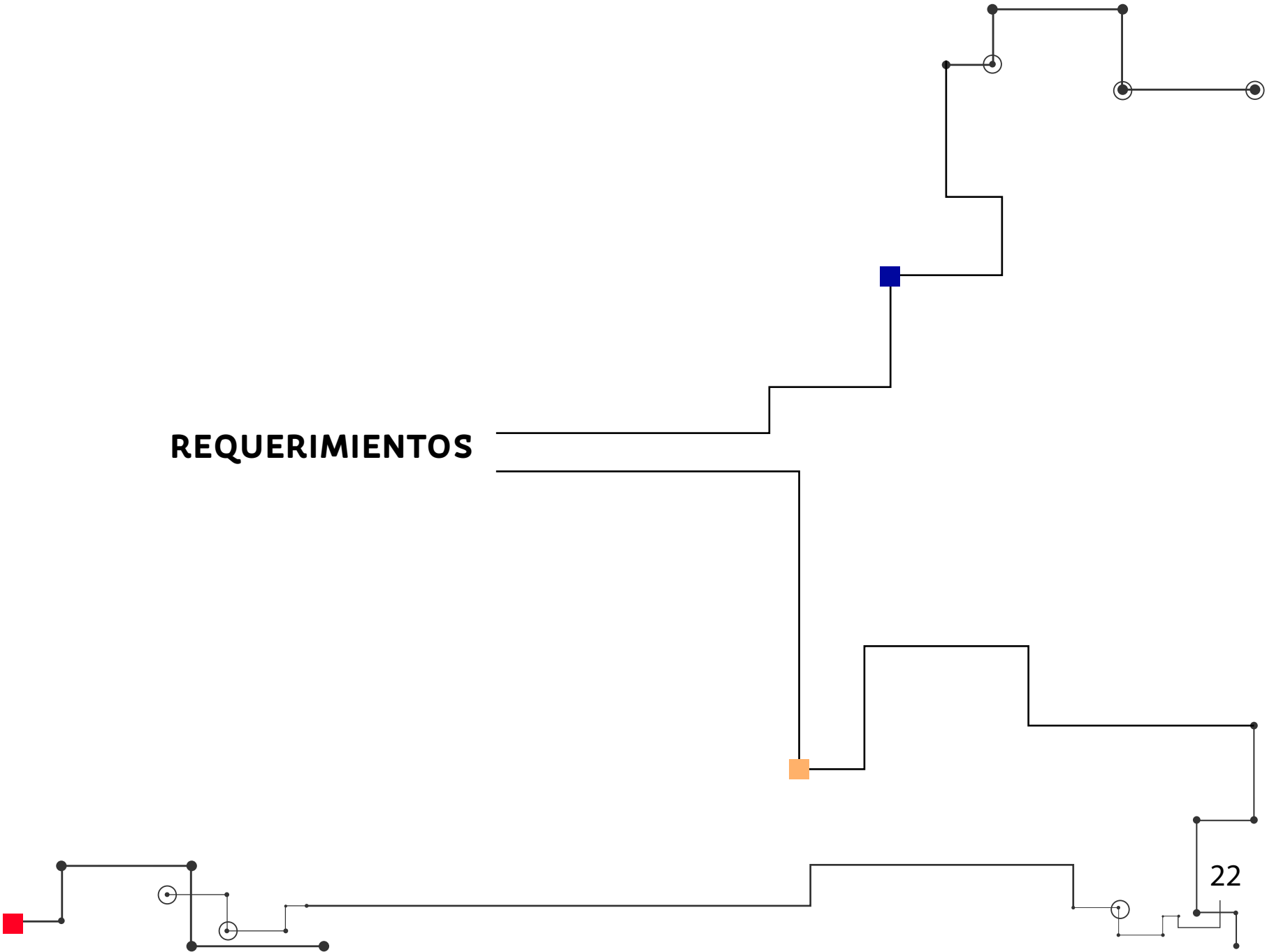
## La materia prima

Se propone utilizar bambú de la especie *Phyllostachys Bambusoides* (Madake) de 80, 60, y 40 mm de diámetro, seco y sopleteado en color café medio.



21

**REQUERIMIENTOS**

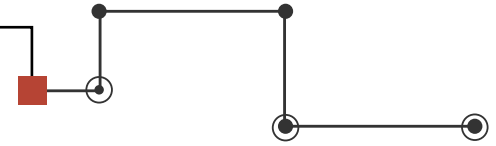


# REQUERIMIENTOS

Como resultado del trabajo de investigación, para el sillón armable, se formularon los siguientes requerimientos:

## Ergonómicos

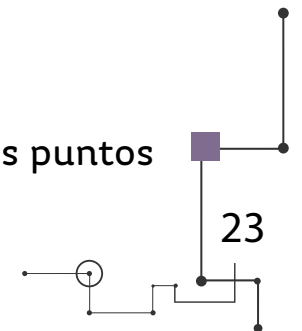
- La altura y profundidad del asiento deben evitar la presión en el hueso poplíteo.
- El borde frontal del asiento debe ser redondeado para evitar molestias en el hueso poplíteo.
- La altura frontal del asiento debe permitir apoyar los pies en el piso y evitar la presión en la parte inferior de los muslos.
- La forma del asiento debe permitir la libertad de movimiento.
- El ángulo que forman los muslos y el tronco no será menor a  $105^\circ$ .
- El respaldo debe proporcionar apoyo a la región lumbar.



- El descansabrazos debe colocarse en línea recta hacia abajo del hombro.
- La altura del asiento debe compensar la medida del acojinamiento.
- El acojinamiento debe ayudar a distribuir la presión en los muslos e isquiones y adaptarse a las diferentes curvaturas del cuerpo.

## Producción

- Utilizar materiales de primera calidad.
- Utilizar mano de obra artesanal.
- Construir piezas por separado, intercambiables.
- Construir piezas planas.
- Asegurar la exactitud de los puntos de unión que hará el usuario.





# REQUERIMIENTOS

## Armado por el usuario-comprador

- Uniones que se puedan efectuar con herramientas sencillas que el usuario tenga en su casa o se puedan proveer con el mueble.
- Mínimas uniones para el usuario.
- Uniones todas iguales.

## Transporte

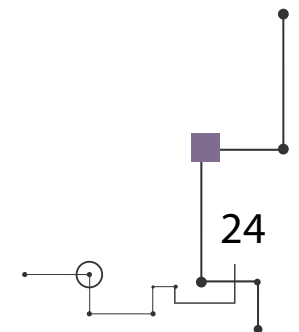
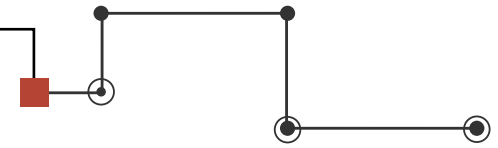
- Transportable en automóvil subcompacto.
- Protección del producto en su manejo y transporte.

## Formales

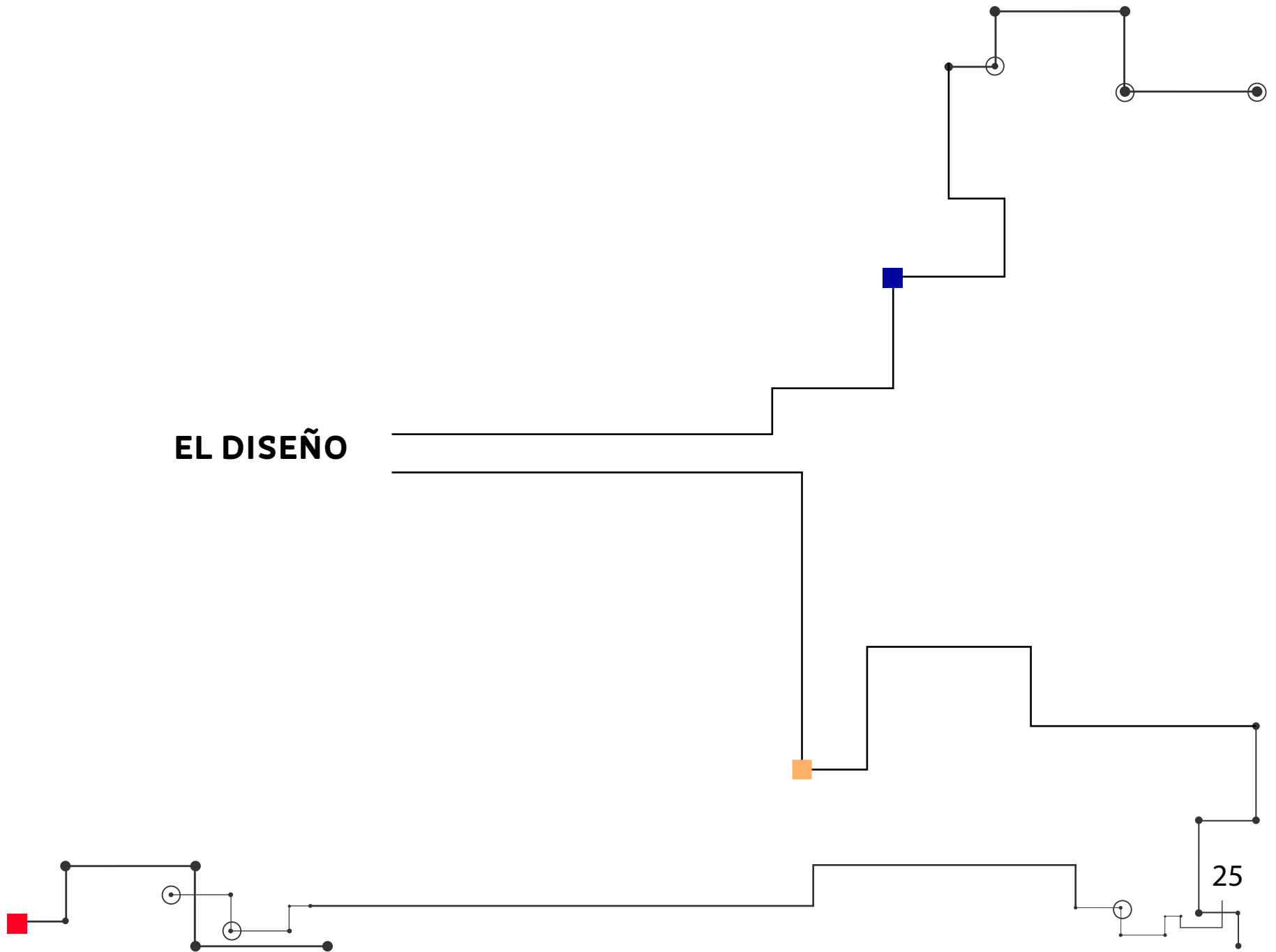
- Evitar formas “orientales”, desarrollar formas propias.

## Ambientales

- Utilización de materiales biodegradables, reciclables y/o reciclados.
- Mínimas emisiones contaminantes al aire y al suelo.
- Consumo mínimo de agua y energía.



**EL DISEÑO**



## EL DISEÑO

Para cumplir con los requerimientos planteados se diseñó un sillón con las siguientes medidas y características:

- Asiento de 52 cm de ancho y 44 cm de profundidad, inclinado hacia atrás  $5^\circ$ , a 40 cm de altura al frente, con borde frontal redondeado

- Respaldo del mismo ancho y 45 cm de altura, dejando un hueco de 10 cm de altura, formando un ángulo de  $105^\circ$  con el asiento

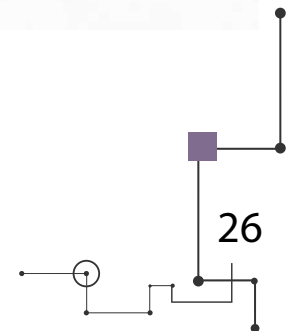
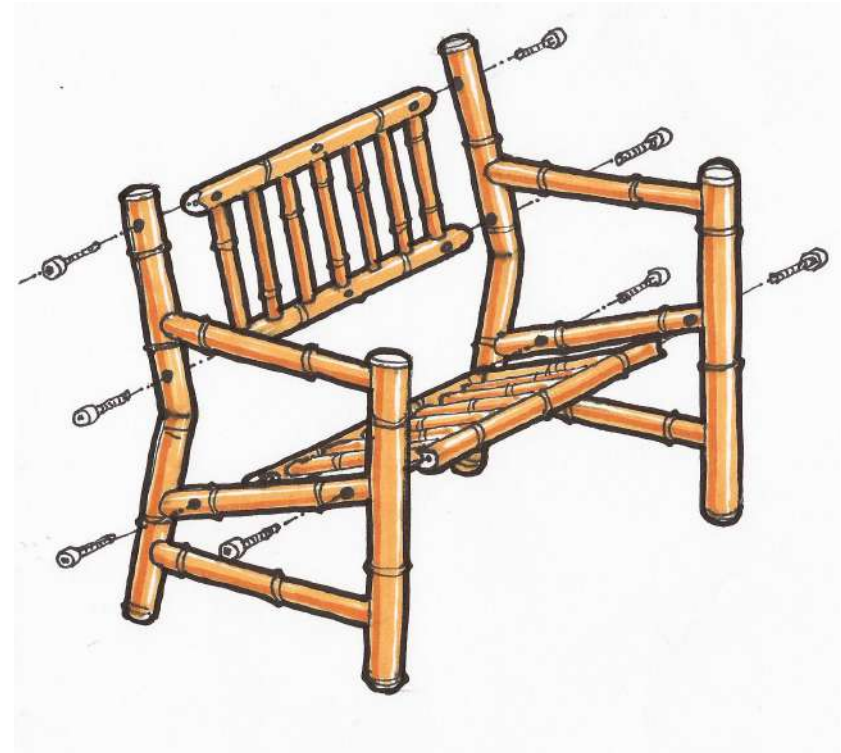
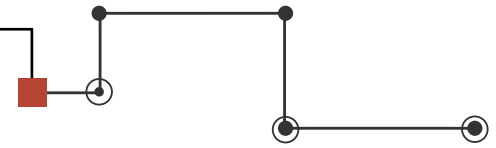
- Descansabrazos a 54 cm de altura

- Acojinamiento de 5 cm de grueso de fibra de coco y látex y forro de tela de algodón en asiento y respaldo

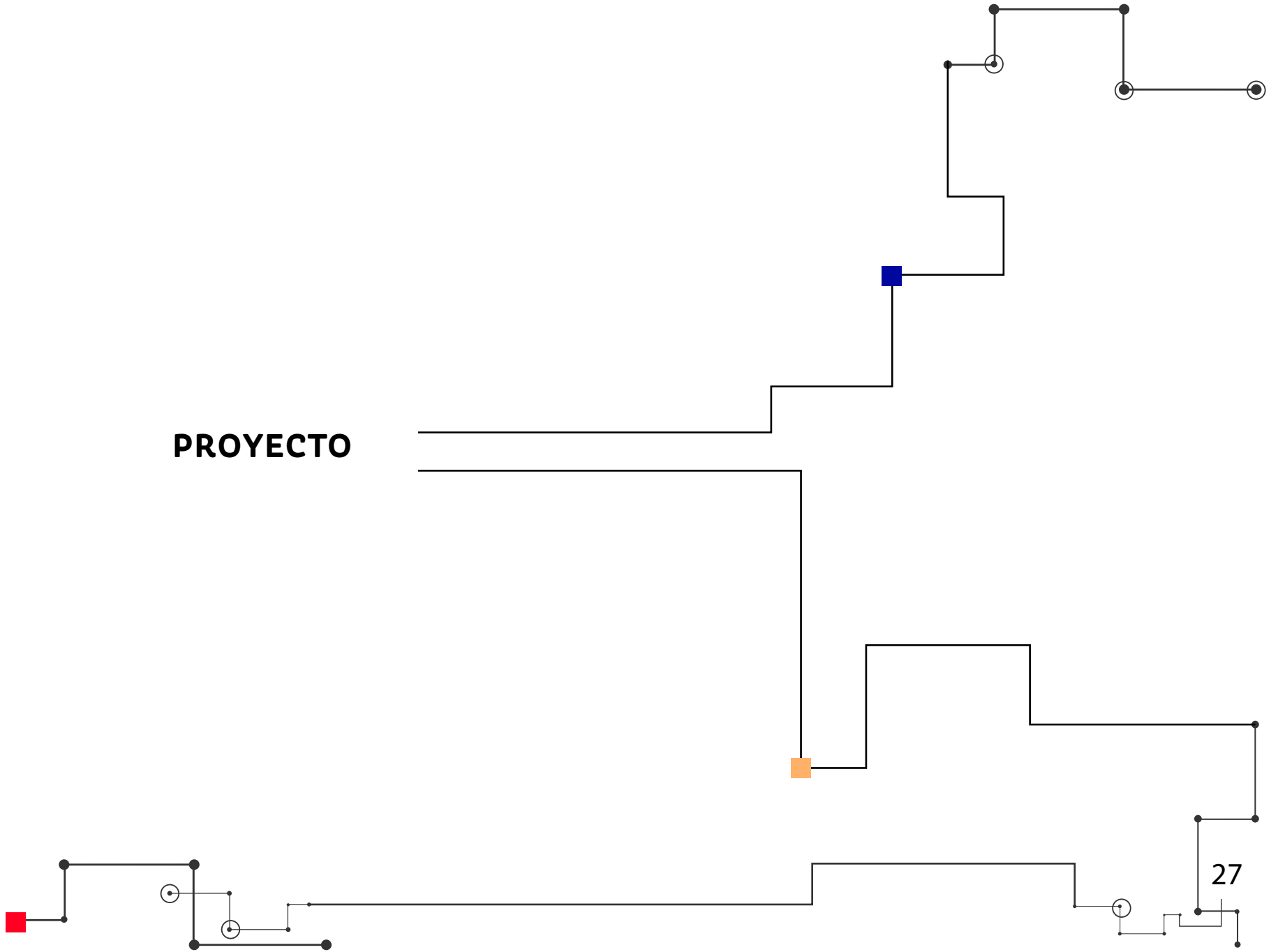
- Utilización de los equipos desarrollados en el proyecto "Equipamiento de talleres artesanales de bambú" que aseguran piezas planas

- Construir escantillones especiales para asegurar la coincidencia de puntos de unión

- Caja de cartón corrugado de 82x97x20 cm y de 57x48x14 cm



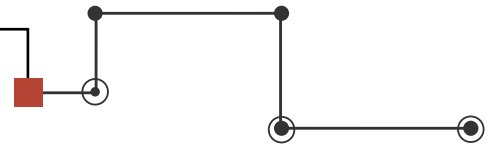
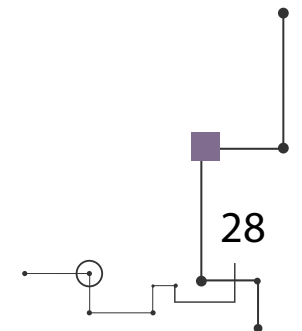
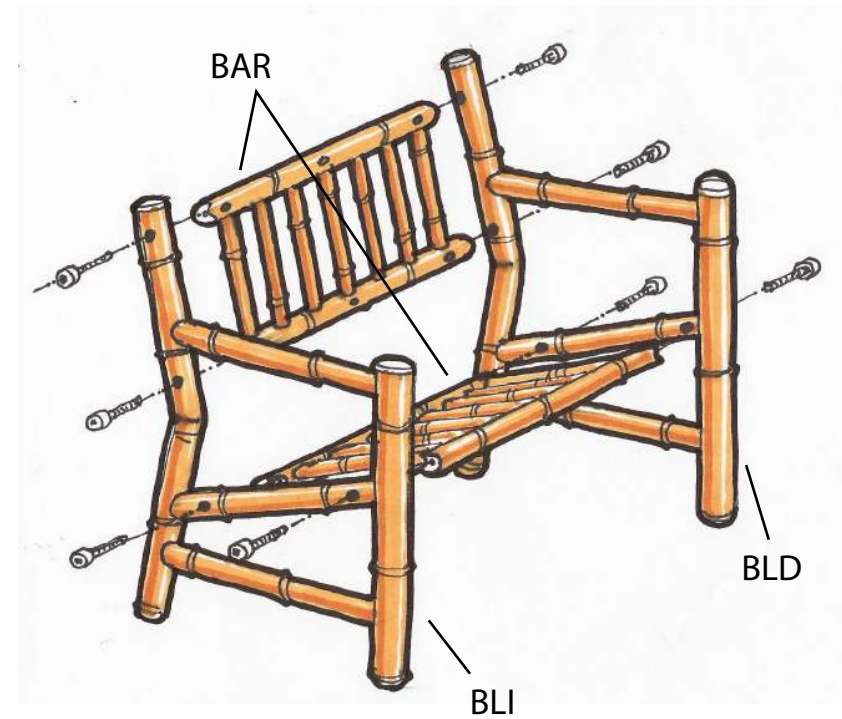
**PROYECTO**



# PROYECTO

## Componentes del sillón

El sillón se compone de cuatro piezas: dos bastidores laterales, uno izquierdo (BLI) y uno derecho (BLD); y dos bastidores iguales para asiento y respaldo (BAR)



# PROYECTO

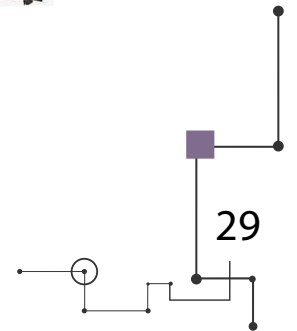
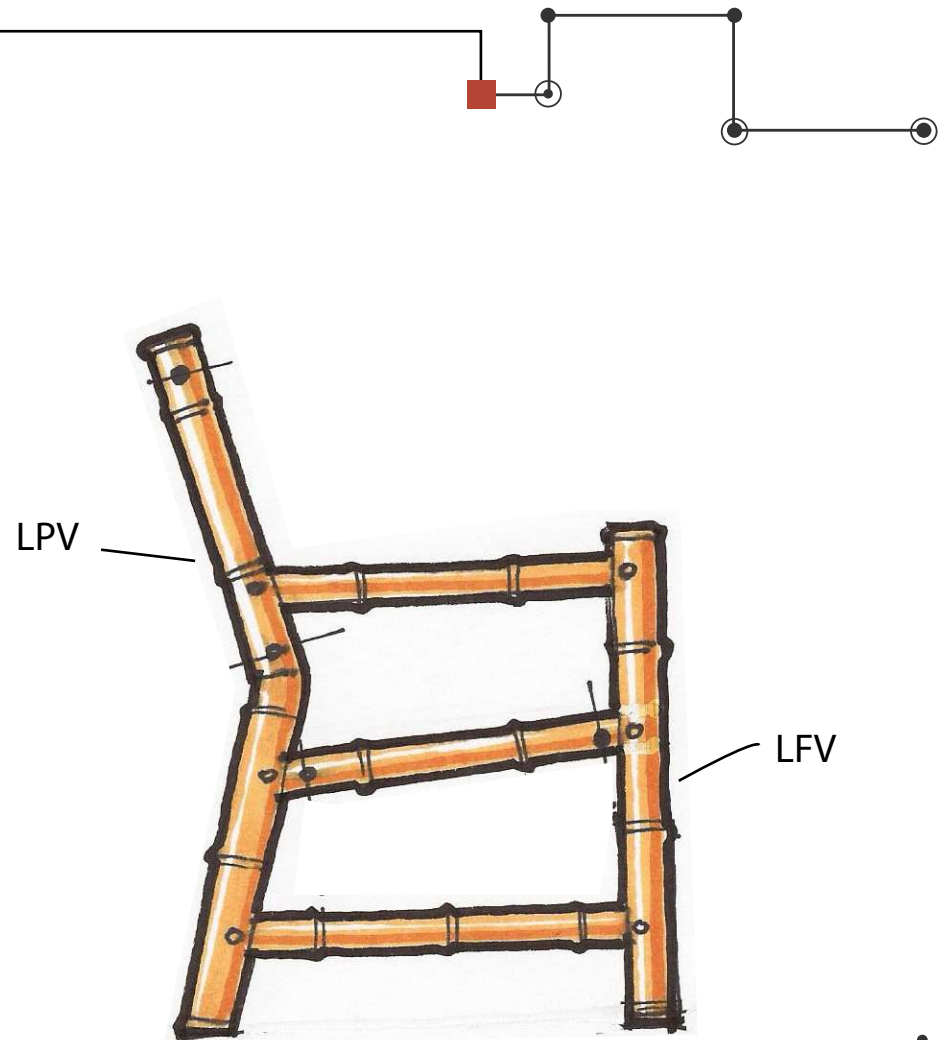
## Bastidor Lateral

El bastidor lateral está compuesto por dos largueros y tres travesaños.

### Largueros

Frontal vertical (LFV) recto de 90 mm de diámetro y 600 mm de largo cortado inmediatamente después de un nudo en su extremo inferior.

Posterior vertical (LPV) en línea quebrada a  $140^\circ$ , de 90 mm de diámetro, en dos partes de 52 y 50 cm, medidas al centro, con un corte en diagonal en su extremo inferior a  $20^\circ$  inmediatamente después de un nudo. Todos los cortes diagonales en el mismo plano.



# PROYECTO

## Bastidor Lateral

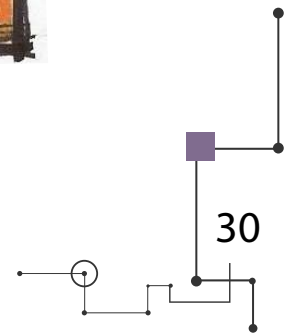
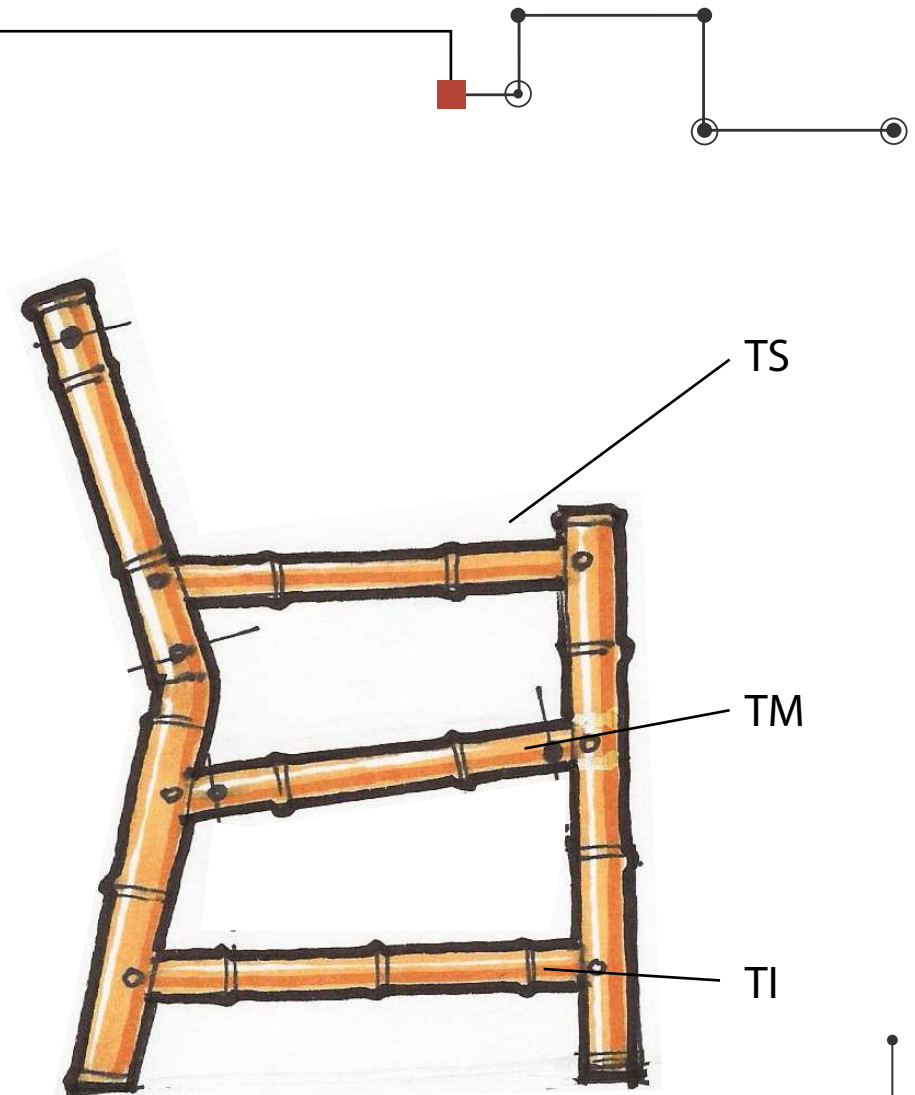
### Travesaños

Travesaños rectos:

Superior (TS) de 60 mm de diámetro y 586 mm de largo.

Medio (TM) de 90 mm de diámetro y 582 mm de largo con boca de pescado de 90 mm de diámetro en ambos extremos en ángulo de  $75^\circ$  en extremo posterior y  $95^\circ$  en el frontal.

Inferior (TI) de 60 mm de diámetro y 666 mm de largo



# PROYECTO

## Bastidor Asiento-Respaldo

El bastidor asiento-respaldo se compone de dos largueros (LAR) y seis travesaños (TAR).

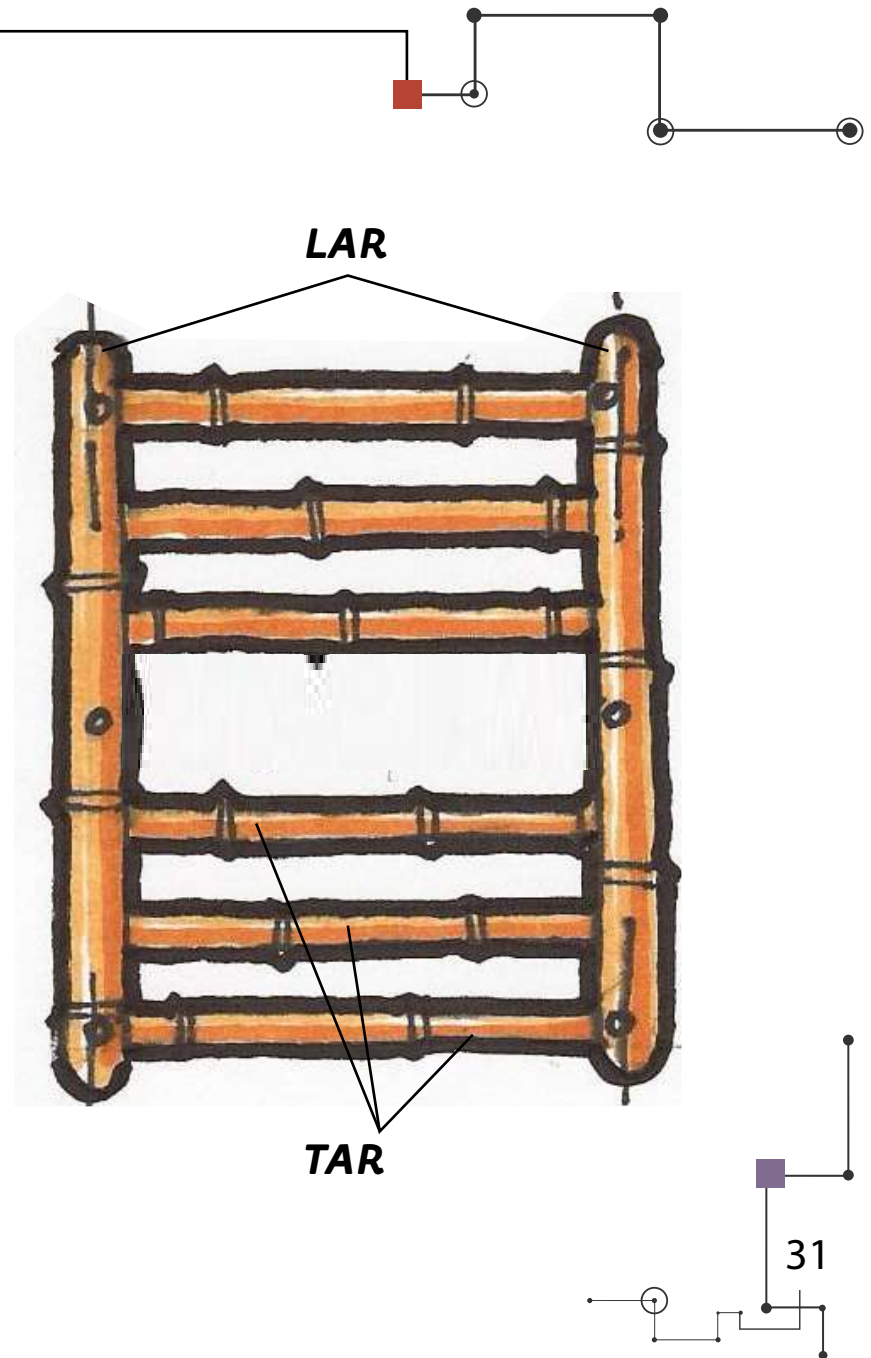
### Largueros (LAR)

Dos iguales de 60 mm de diámetro y 550 mm de largo con boca de pescado a 90° de 90 mm de diámetro en ambos extremos, con relleno epoxy-aserrín e inserto de zamac de 7.9 mm (5/16").

### Travesaños (TAR)

Seis iguales de 40 mm de diámetro y 430 mm de largo. Se aseguran con pasadores cuatro de ellos por los dos extremos.

El armado de los bastidores debe ser hecho ayuda de los escantillones para garantizar la separación de los centros de los insertos de zamac siempre



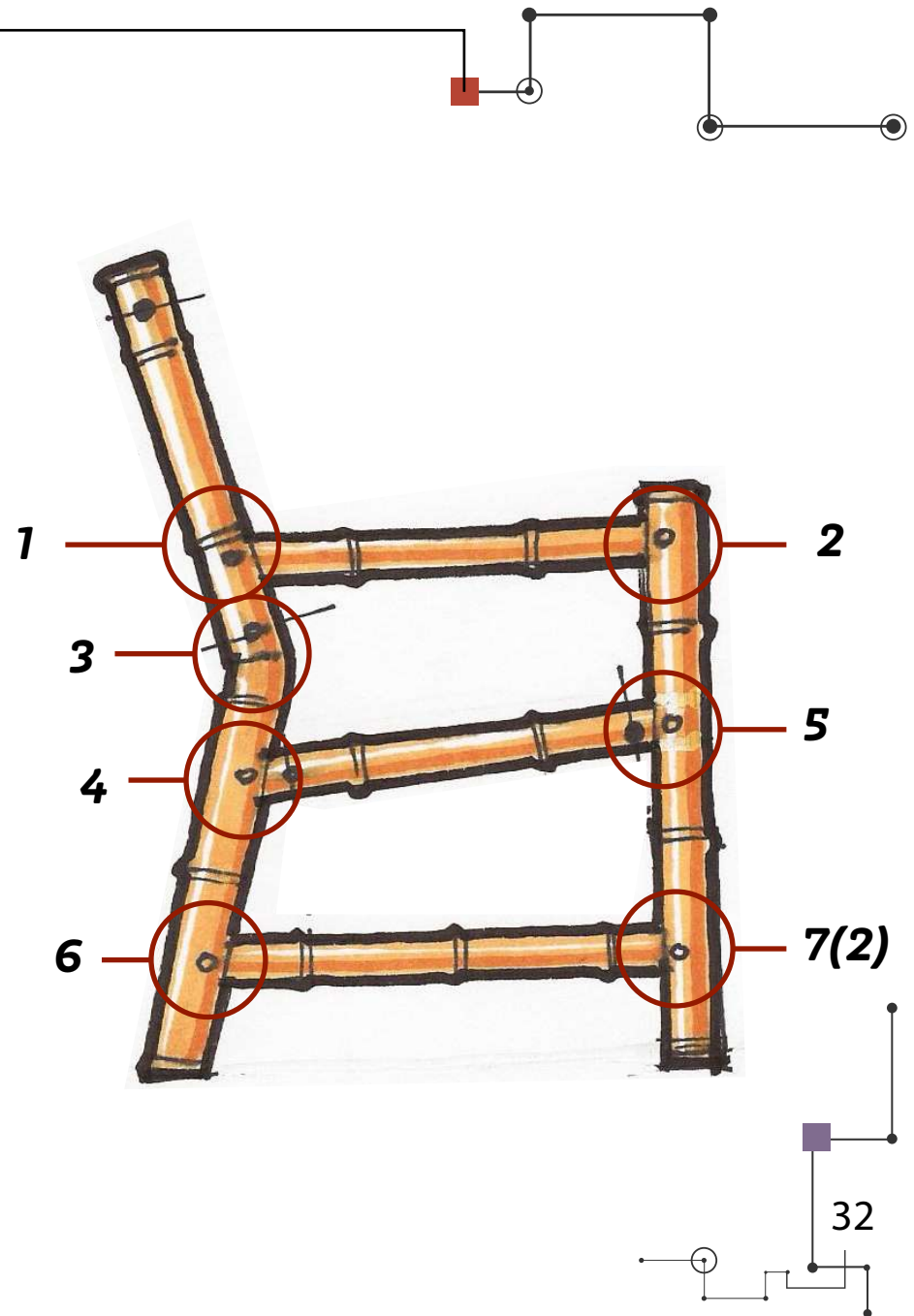


# PROYECTO

## Ensamblajes en taller

Cada bastidor lateral lleva 7 ensamblajes para su construcción en el taller (6 de ellos diferentes).

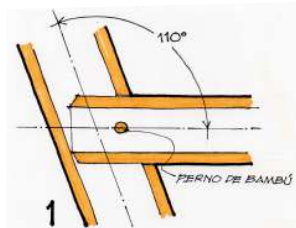
Todos los ensamblajes deben hacerse con ayuda de la mesa de ensamblaje.



# ENSAMBLES EN TALLER

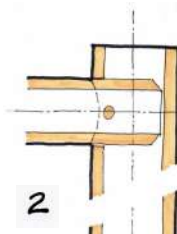
## 1. Larguero posterior con travesaño superior.

Larguero posterior con travesaño superior. El travesaño penetra en el larguero y se asegura con un pasador.



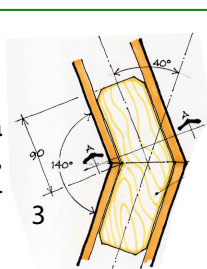
## 2. Larguero frontal con travesaño superior

El travesaño superior penetra al larguero frontal a un ángulo de 90° y se asegura con un pasador.



## 3. Quiebre en larguero posterior

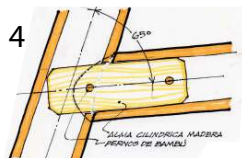
Cortes a 20° y ensamble con alma interior de pino de 19 mm a 140°, relleno de epoxy-aserrín y pasadores.



## 4. Larguero posterior con travesaño medio

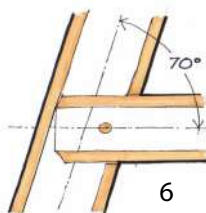
Larguero y travesaño del mismo diámetro con boca de pescado inclinada en el travesaño a 65°.

El ensamble se hace con alma interior de bastón de pino en el travesaño, asegurada con pasadores en el larguero y el travesaño.



## 6. Larguero posterior con travesaño inferior

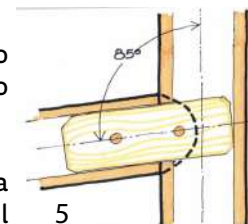
El travesaño penetra a 70° en el larguero y se asegura con un pasador.



## 5. Larguero frontal con travesaño medio

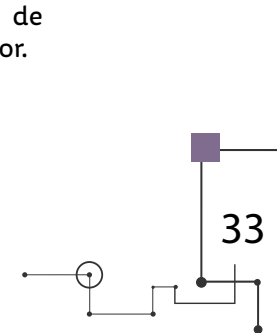
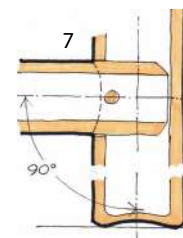
Larguero y travesaño del mismo diámetro con boca de pescado inclinada en el travesaño a 95°.

El ensamble se hace con alma interior de bastón de pino en el travesaño, asegurada con pasadores en el larguero y el travesaño.



## 7. Larguero frontal con travesaño inferior

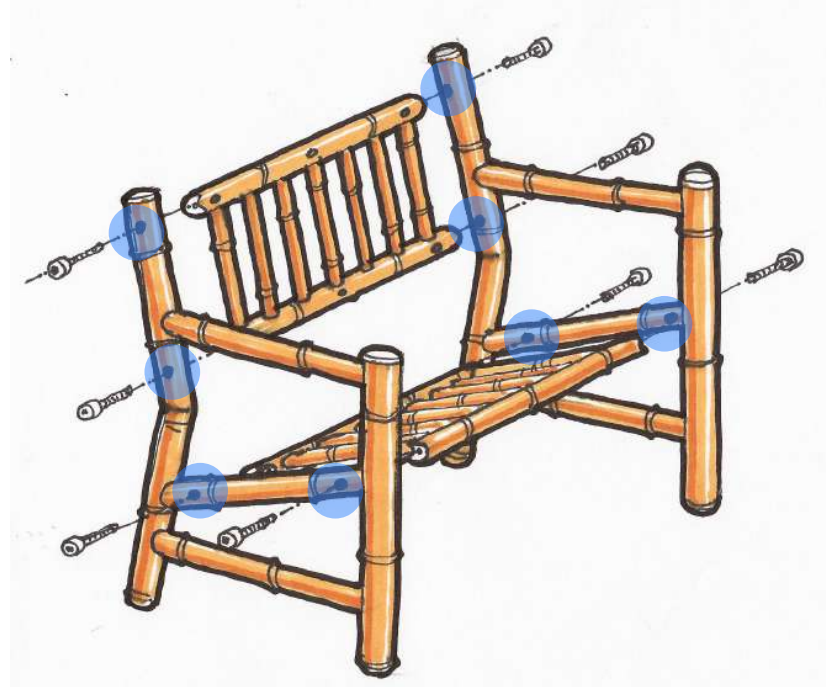
El travesaño inferior penetra al larguero frontal a un ángulo de 90° y se asegura con un pasador.



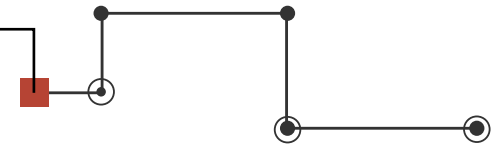
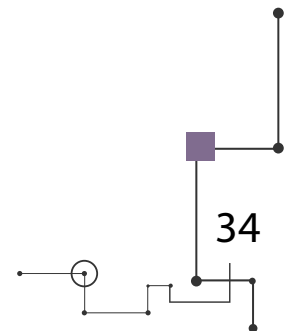
# PROYECTO

## Ensamblajes de precisión para armado por usuario

Los ensamblajes que hará el usuario son 8 iguales con tornillo de acero inoxidable cabeza allen y tuerca con la misma cabeza, el usuario sólo necesita dos llaves allen que se incluyen en la caja. Para asegurar un fácil armado por el usuario, las distancias entre perforaciones en los bastidores laterales y las correspondientes entre los insertos en los bastidores de asiento y respaldo deben coincidir con precisión.



**ENSAMBLES DE PRECISIÓN  
PARA USUARIO**

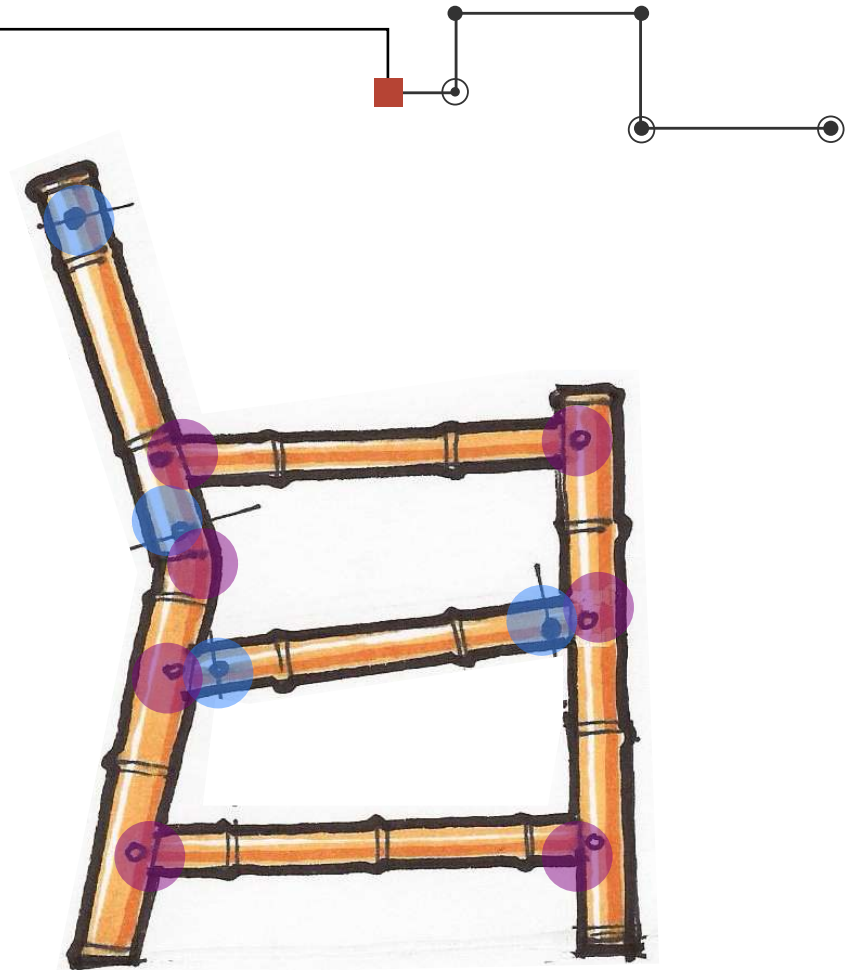


# PROYECTO

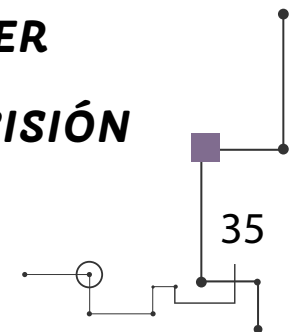
## Tipos de perforaciones

Las perforaciones se dividen en dos grupos: las que se necesitan para el ensamble de las piezas en el taller y las de precisión para que las piezas sean intercambiables y el comprador-usuario pueda armar el mueble fácilmente.

Para el primer grupo se utiliza la mesa de perforación del proyecto ETAB con sus accesorios y para el segundo los escantillones contruidos para este modelo de mueble.



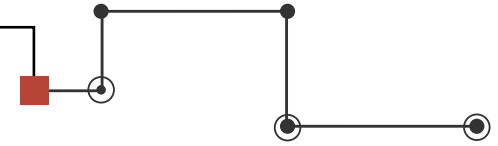
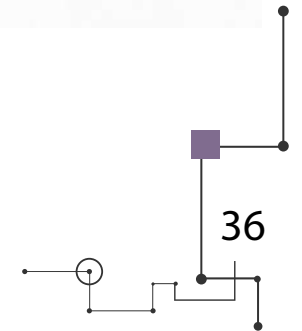
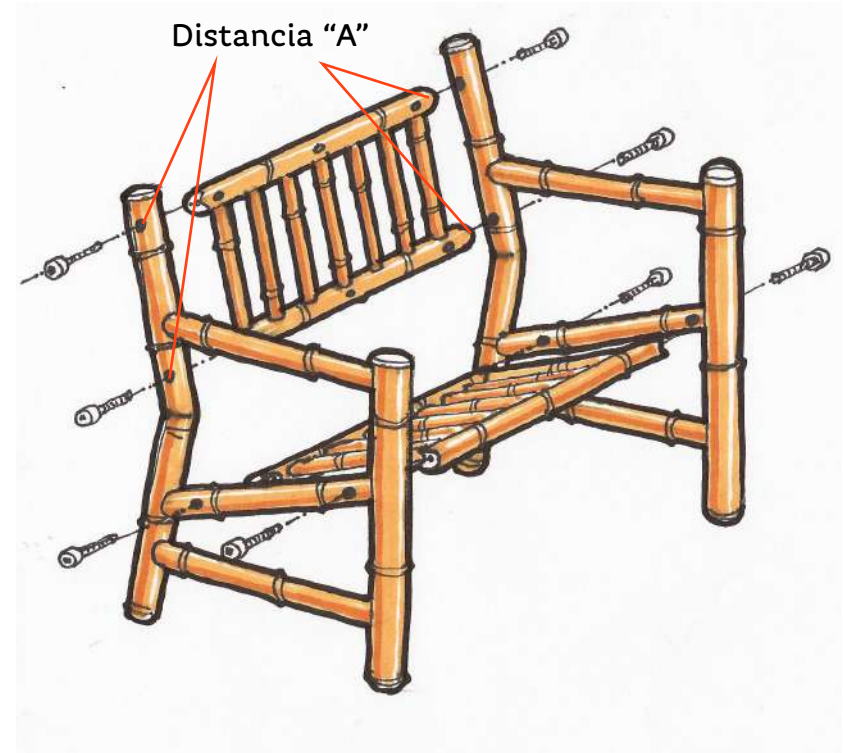
- **ENSAMBLES EN TALLER**
- **ENSAMBLES DE PRECISIÓN PARA USUARIO**



# PROYECTO

## Escantillones

Para asegurar la exactitud necesaria en la localización de las perforaciones se construyeron escantillones. La distancia "A" entre las perforaciones en los bastidores laterales debe ser igual a la distancia entre centros de insertos en los extremos de los largueros del bastidor asiento-respaldo. Para asegurar estas distancias se construyeron dos escantillones que se detallan a continuación:

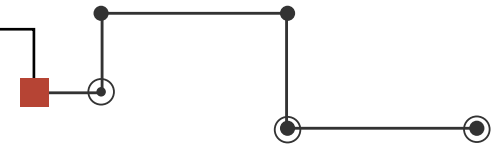
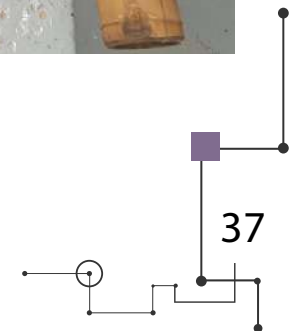




# PROYECTO

## Escantillones

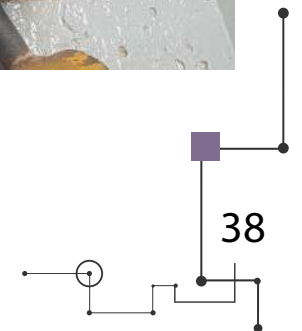
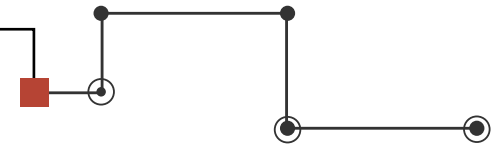
- Para asegurar las distancias entre perforaciones en los bastidores laterales tiene forma de "C", de acero de 3 mm de grueso, con diámetro en su parte cóncava de 80 mm para asentar en el larguero posterior y el travesaño medio del bastidor lateral, con dos guías para broca de 7.9 mm (5/16") colocadas a 400 mm entre sus centros y un tope en un extremo. Para perforar, se fija con prensas al bastidor, y se perfora.



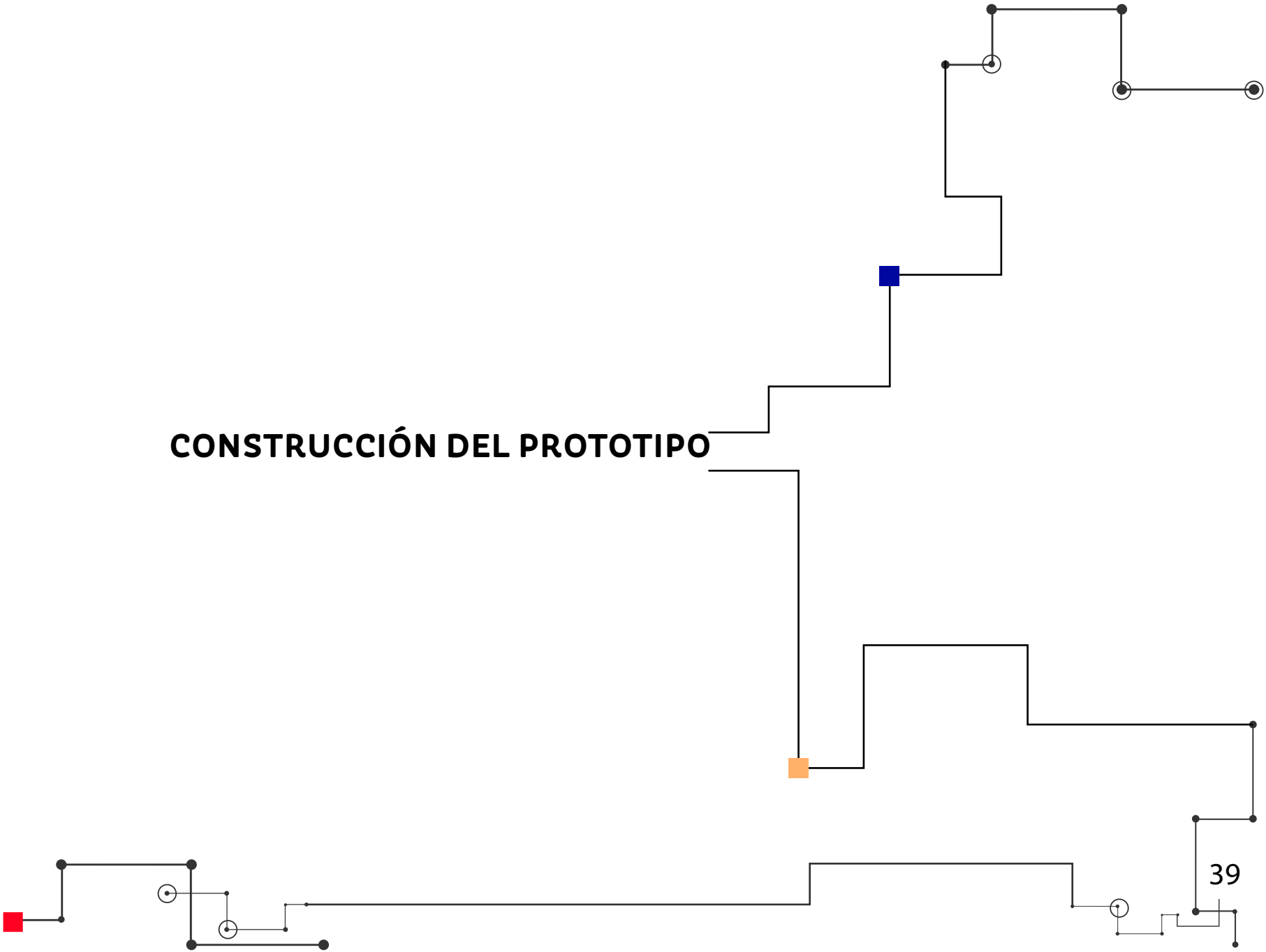
# PROYECTO

## Escantillones

Para asegurar las distancias a centros de insertos en los bastidores asiento-respaldo, tiene forma de "C", de acero de 3 mm de grueso, con diámetro en su parte convexa de 80 mm para asentar en la boca de pescado de los largueros, con dos guías para tornillos colocadas a 400 mm entre centros de perforaciones y un tope en un extremo. Se fija con tornillos en los insertos de los largueros de un bastidor pre-armado y, una vez fijo, se procede a asegurar los ensambles de los travesaños con pasadores.



# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

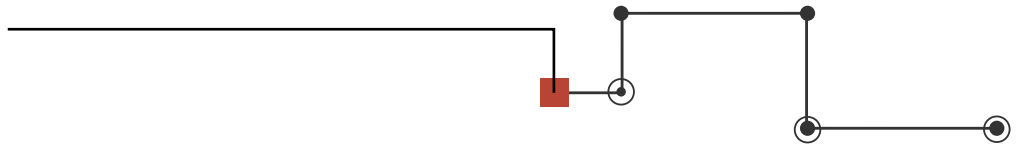




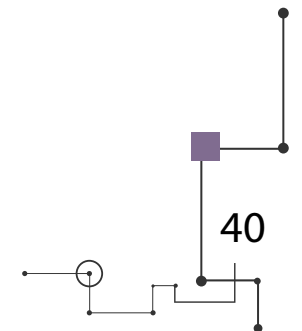
# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Bastidor lateral

Corte transversal en larguero frontal (LFV)



Para este larguero se hicieron dos cortes: el primero en el extremo que debe tener un nudo y se hace a 90°, el segundo a 600 mm de distancia del primero, también a 90°.

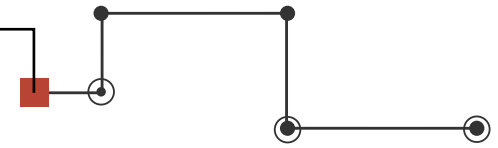
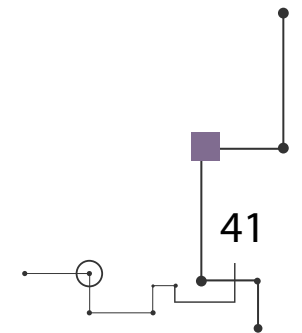


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Bastidor lateral

### Corte transversal en larguero posterior (LPV)

Se hicieron 4 cortes: el primero antes de un nudo con un ángulo de  $20^\circ$  en el extremo que apoya en el piso; el segundo, en el mismo plano, con un ángulo de  $20^\circ$  a 480 mm de la base; el tercero, girando el larguero  $180^\circ$ , a  $20^\circ$ ; y el último a 520 mm del tercero, a  $90^\circ$ . Para asegurar que todos los cortes se hicieran en el mismo plano, se utilizó el DCEAP colocado cerca del extremo inferior.

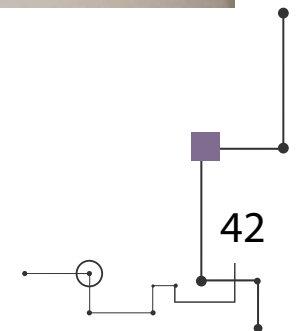
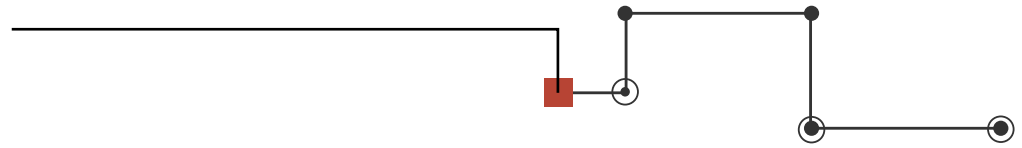


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Bastidor lateral

Corte transversal en travesaños superior, medio e inferior (TS, TM, TI)

Se hicieron cortes a 90° a las distancias requeridas en cada uno y terminación en ambos extremos con boca de pescado en los ángulos requeridos para cada uno.



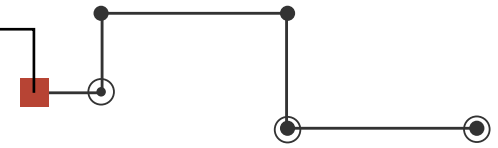
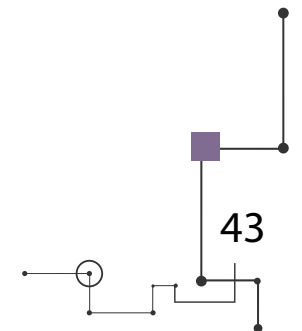
42

# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Bastidor asiento-respaldo

Corte transversal de largueros (LAR)

Se hicieron cortes a 90° a las distancias requeridas en cada uno y terminación en los extremos con boca de pescado también a 90°.

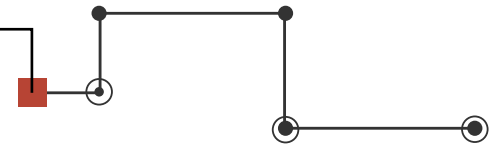
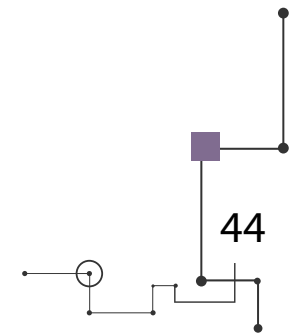


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Bastidor asiento-respaldo

### Relleno de extremos y colocación de insertos en largueros

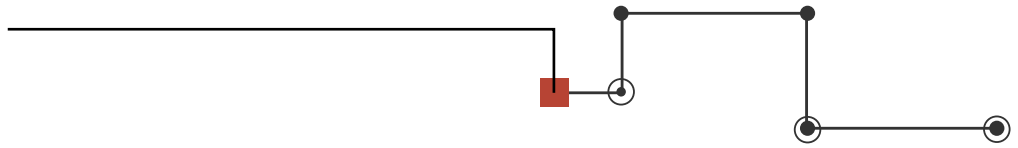
Se rellenaron los extremos con mezcla epoxy-aserrín de bambú. Se dejó secar y endurecer 48 horas, se rectificaron en el trompo con tambor de lija a la forma de la boca de pescado, se perforaron en el centro y se colocaron los insertos.



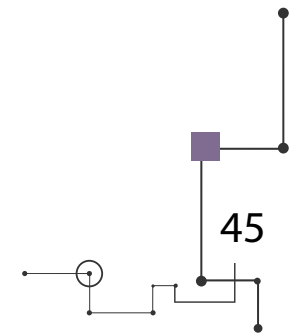
# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Bastidor asiento-respaldo

Corte transversal de travesaños (TAS)



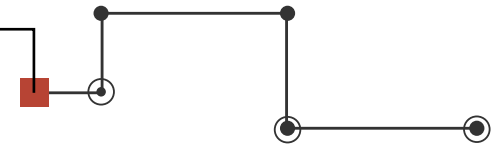
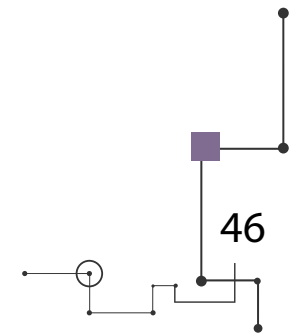
Se hicieron cortes a 90° en ambos extremos a las distancias requeridas



# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Perforación

Las perforaciones para ensambles y para relle- nos en largueros y travesaños tanto de bas- tidores laterales como de asiento-respaldo, se hicieron en la Mesa de Perforación 2.0 instala- da en en el Laboratorio L1 de la FES Aragón, utilizando el Dispositivo de Control de Ejes y Ángulos de Perforación (DCEAP).

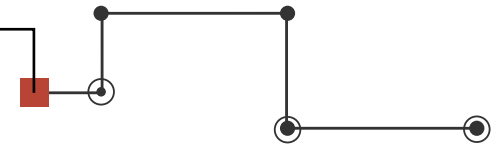
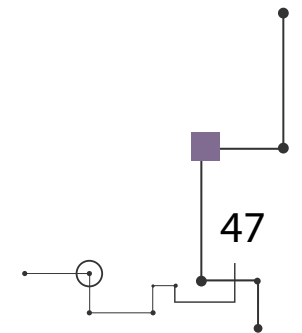




# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Perforación

Se utilizaron brocas sacabocados de varios diámetros y se rectificaron a forma, tamaño e inclinaciones con router eléctrico manual y/o escofina giratoria montada en taladro eléctrico manual, utilizando la Mesa de ensamble 2.0 instalada en el mismo laboratorio. Las perforaciones para pasadores se hicieron con taladro eléctrico manual y broca para metales de 6.4 mm (1/4") en la misma Mesa de ensamble.

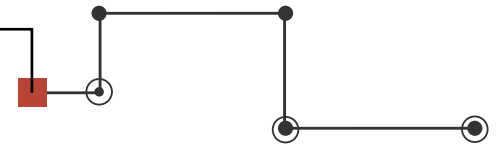
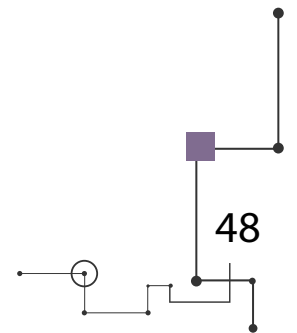




# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Perforación

Para las perforaciones de precisión de los ensamblajes que hará el usuario se utilizaron los escantillones ya descritos, y broca para metales de 7.9 mm (5/16") con taladro eléctrico manual.

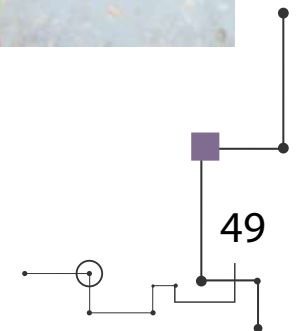
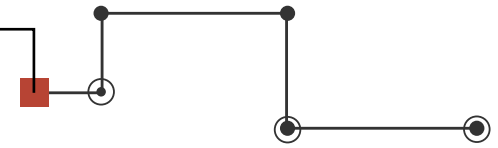


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

## Ensamble de piezas

### Bastidor lateral

Al ensamble número 3 (página 36) se le colocó un alma interior de triplay de pino de 19 mm de grueso con un quiebre a 140°, ajustada, y los huecos entre el alma y las paredes interiores se rellenaron con mezcla de resina epoxy-aserrín de bambú.

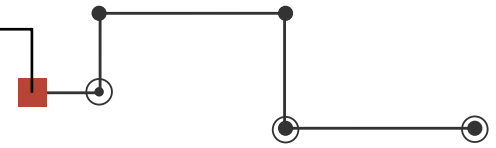
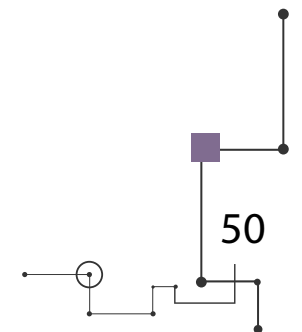
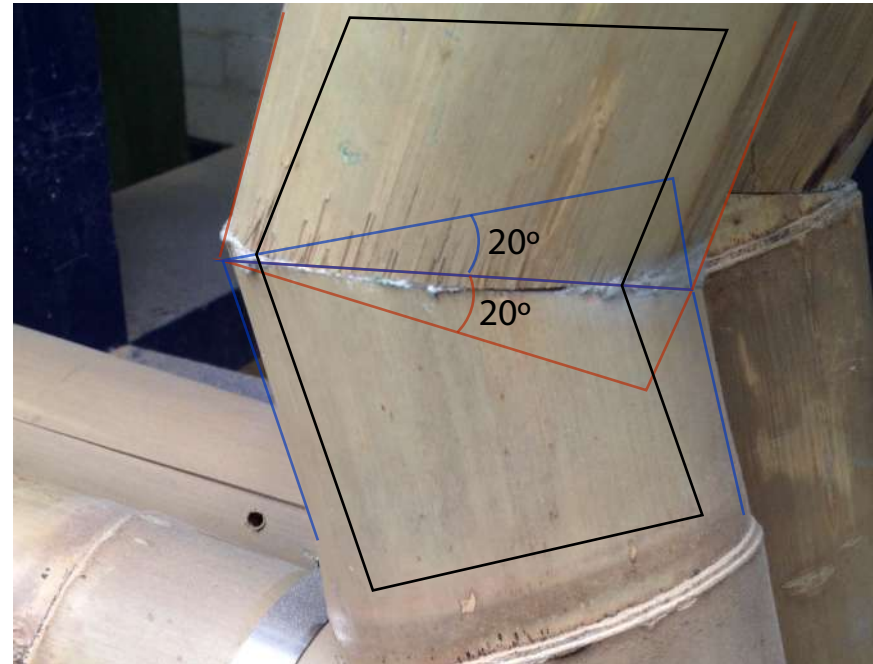


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Ensamble de piezas

Bastidor lateral

Para este ensamble se tuvo cuidado especial en el ajuste del ensamble y hacerlo sobre una superficie plana para asegurar que el bastidor quede también plano.

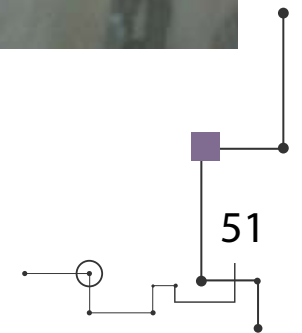
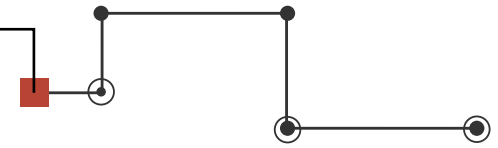
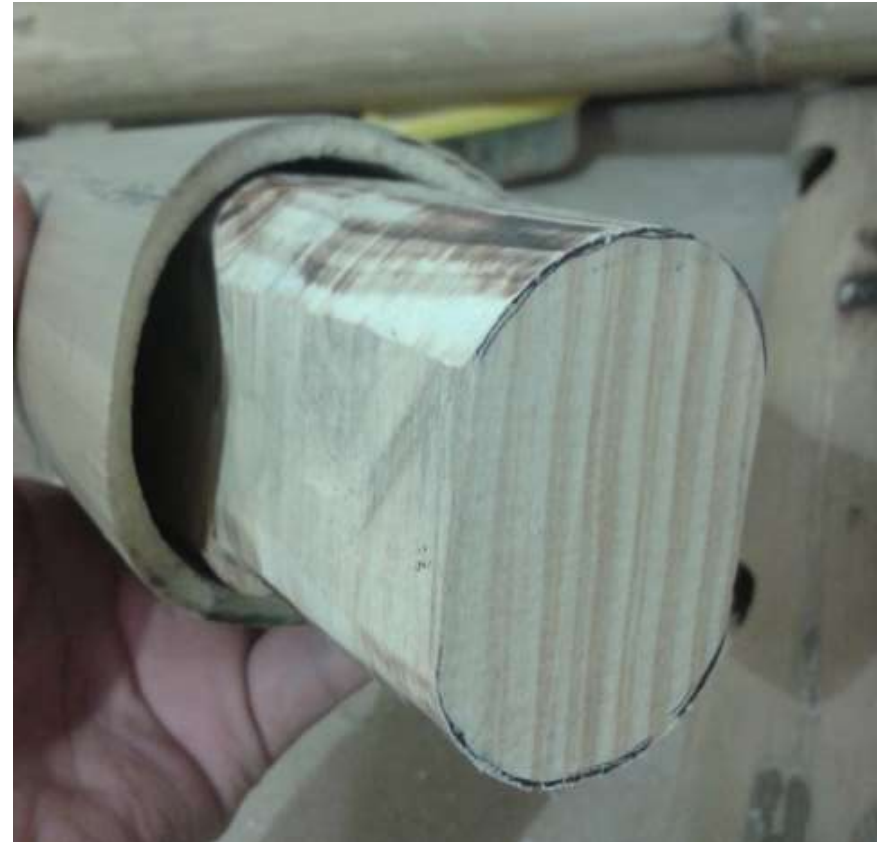


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Ensamble de piezas

Bastidor lateral

En los ensambles 4 y 5 (página 36) se colocaron almas de bastón de pino macizo, ajustadas y con adhesivo PVA aseguradas con pasador.

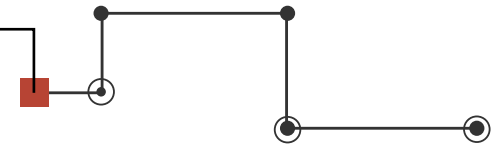
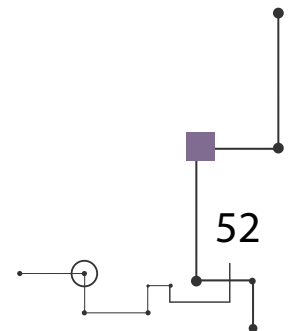


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Ensamble de piezas

Bastidor lateral

La operación de ensamble se hizo en la Mesa de ensamble 2.0; las perforaciones para pasadores se hicieron con broca para metales de 6.4 mm montada en taladro eléctrico manual suspendido del dispositivo Gravedad Cero de la mesa (1/4") y se aseguraron con pasadores de bambú.

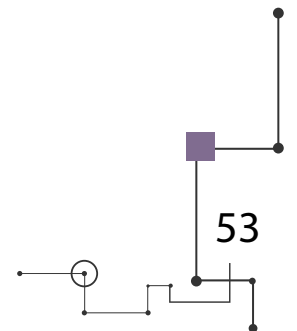


# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Ensamble de piezas

Bastidor asiento-respaldo

Se pre-armó el bastidor y se le colocaron los escantillones en ambos extremos: una vez fijados, se perforaron y aseguraron con pasadores los dos travesaños de los extremos y los dos centrales por sus dos extremos

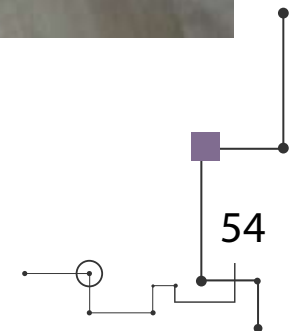
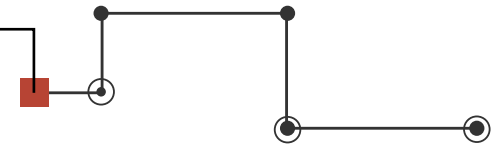




# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

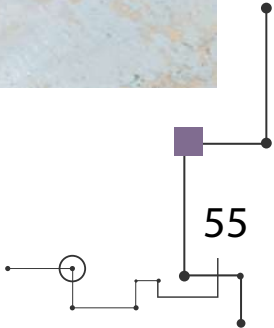
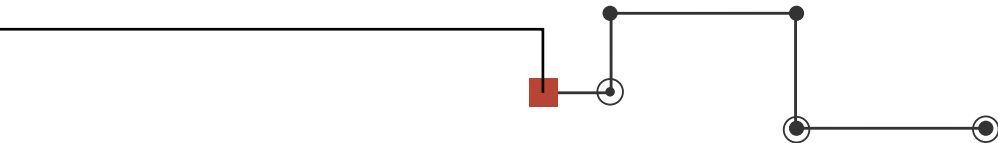
## Armado final del sillón

El armado final se hizo tratando de reproducir las condiciones en que lo haría el usuario en su casa, sobre el piso; se utilizaron provisionalmente tornillos galvanizados de cabeza hexagonal, utilizando dos llaves de cubo. Para el armado que se propone se necesitan dos llaves allen.



# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Armado final del sillón

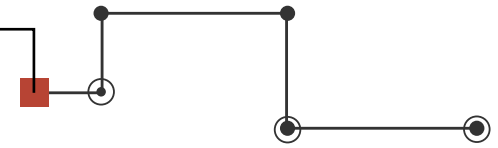
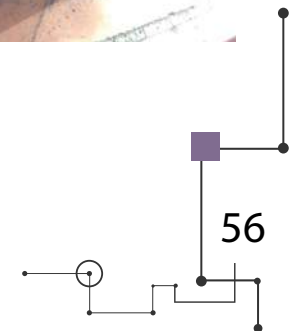




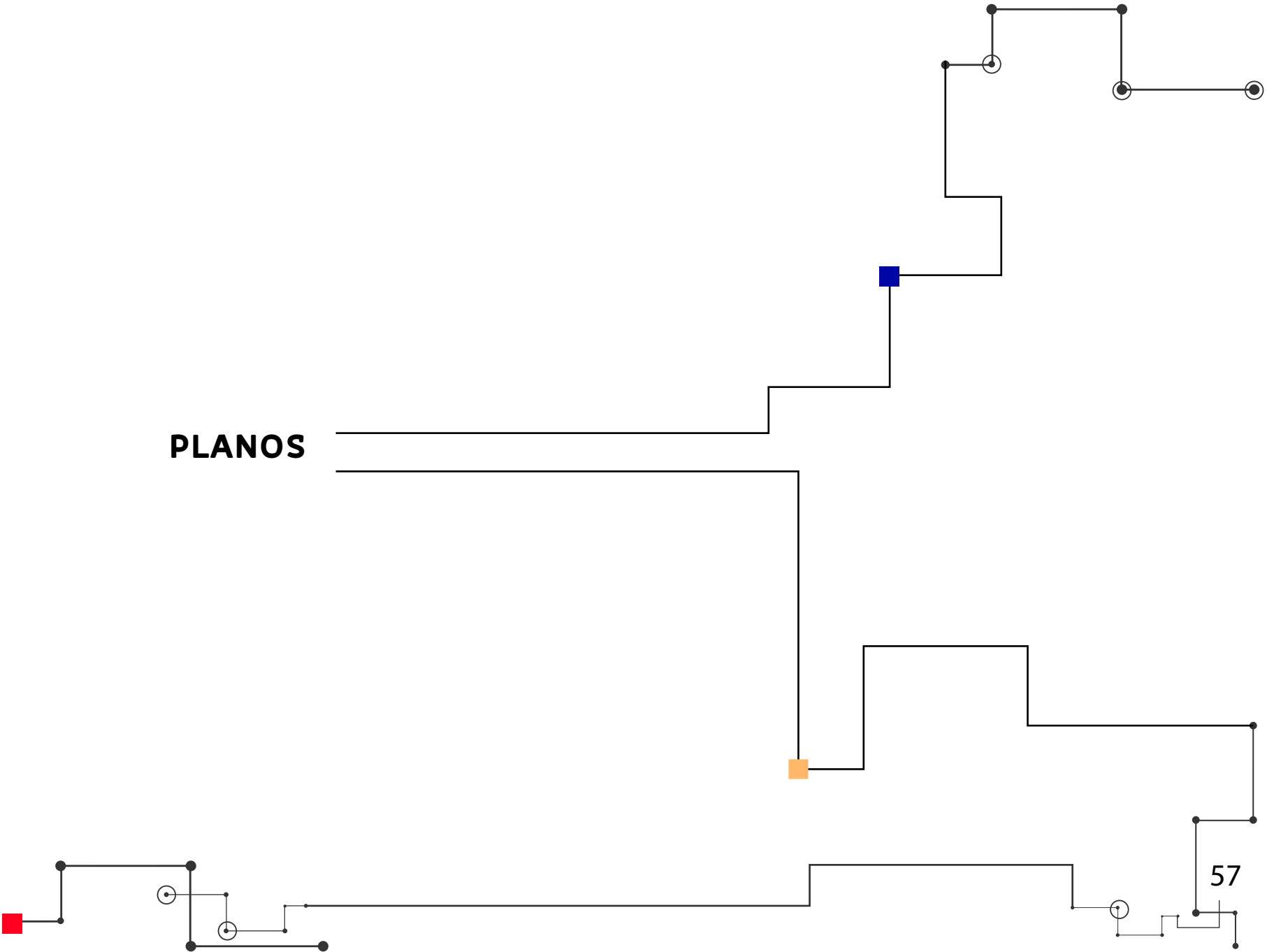
# CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

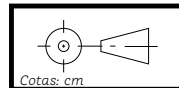
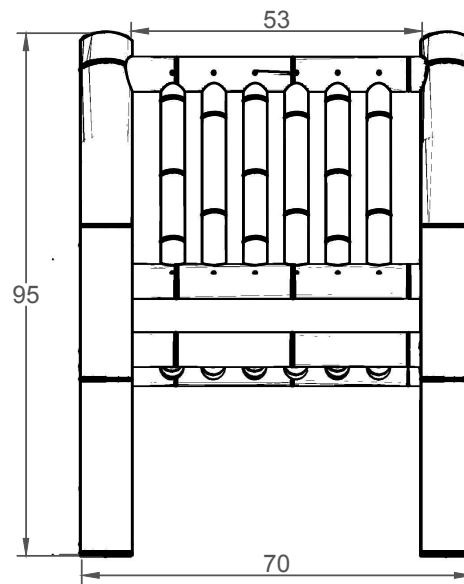
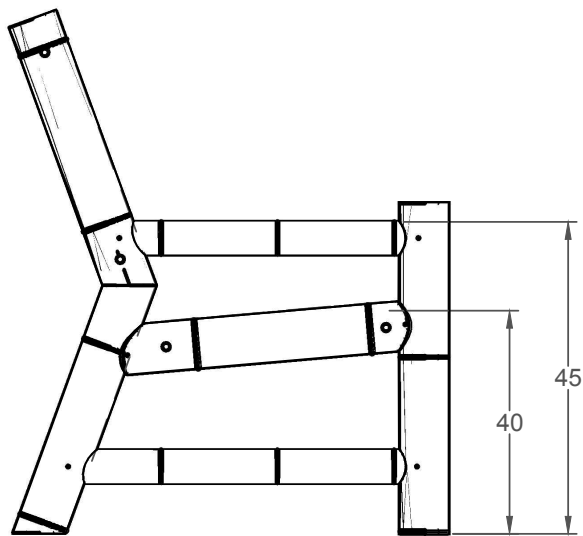
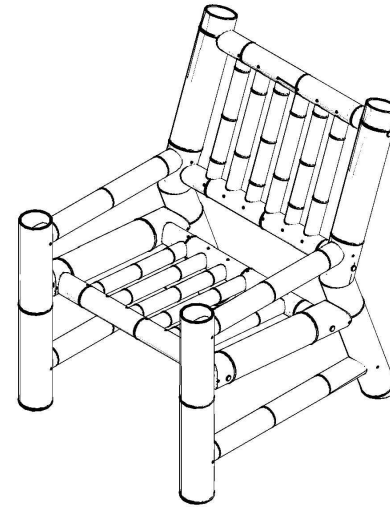
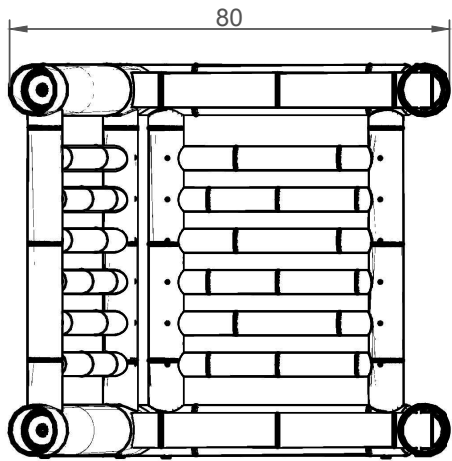
## Empaques de cartón corrugado

Los bastidores se venderán en 2 cajas; En la caja 1, vendríoian los dos bastidores laterales y en la caja 2 estarían los bastidores de asiento y respaldo, la finalidad de hacerlo de esta forma, es que el usuario pueda elegir tanto acabado del bambú, como el tamaño del sillón que va a comprar, funcionaria comprando un solo tipo de lateral, pero el asiento y respaldo podrían ser de 1 o 2 plazas. (el bastidor para dos, es proyecto que se trabajará a futuro).



**PLANOS**





Cotas: cm

SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ

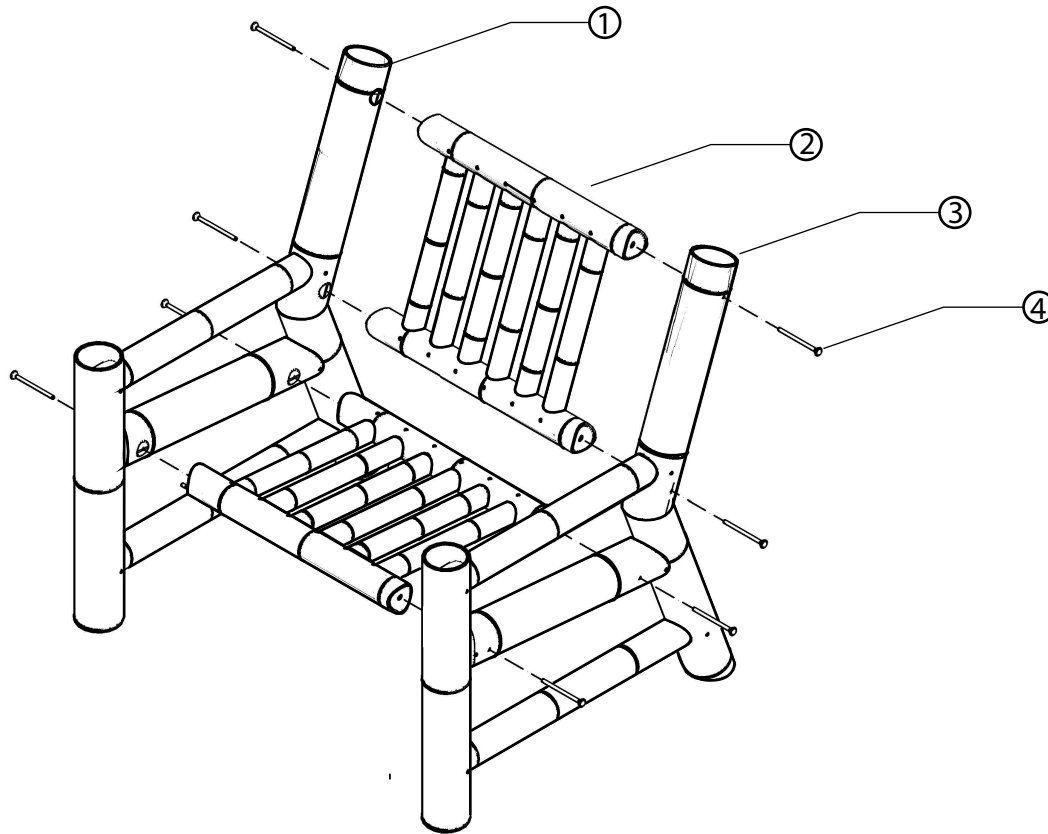
VISTAS GENERALES

OBED ISMAEL MACEDO MACEDO

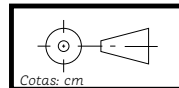
Las cotas rigen al dibujo

2020

1/10



No.	NOMBRE	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	BASTIDOR LATERAL IZQUIERDO	1	BASTIDOR CON LOS RELLENOS DE EPOXY-BAMBÚ POR LA PARTE INTERNA
2	BASTIDOR ASIENTO-RESPALDO	2	DOS BASTIDORES IGUALES QUE FUNCIONAN DE LA MISMA FORMA COMO ASIENTO O COMO RESPALDO
3	BASTIDOR LATERAL DERECHO	1	BASTIDOR IGUAL AL IZQUIERDO PERO CON LAS PERFOREACIONES Y RELLENOS A MANERA DE ESPEJO AL IZQUIERDO
4	TORNILLOS DE ACERO INOXIDABLE	8	TORNILLOS DE ACERO INOXIDALE CABEZA ALLEN 5/16" X 4"



Cotas: cm

SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ

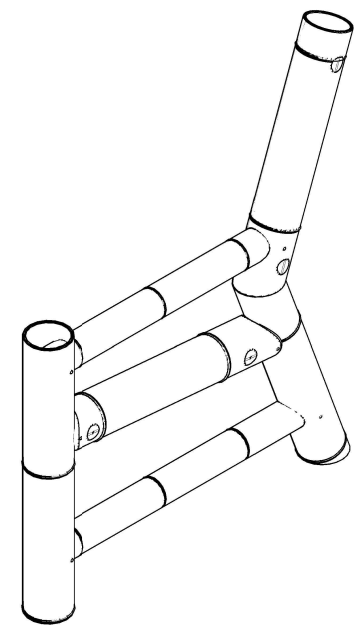
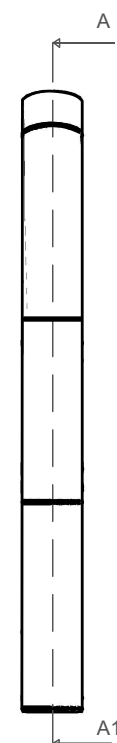
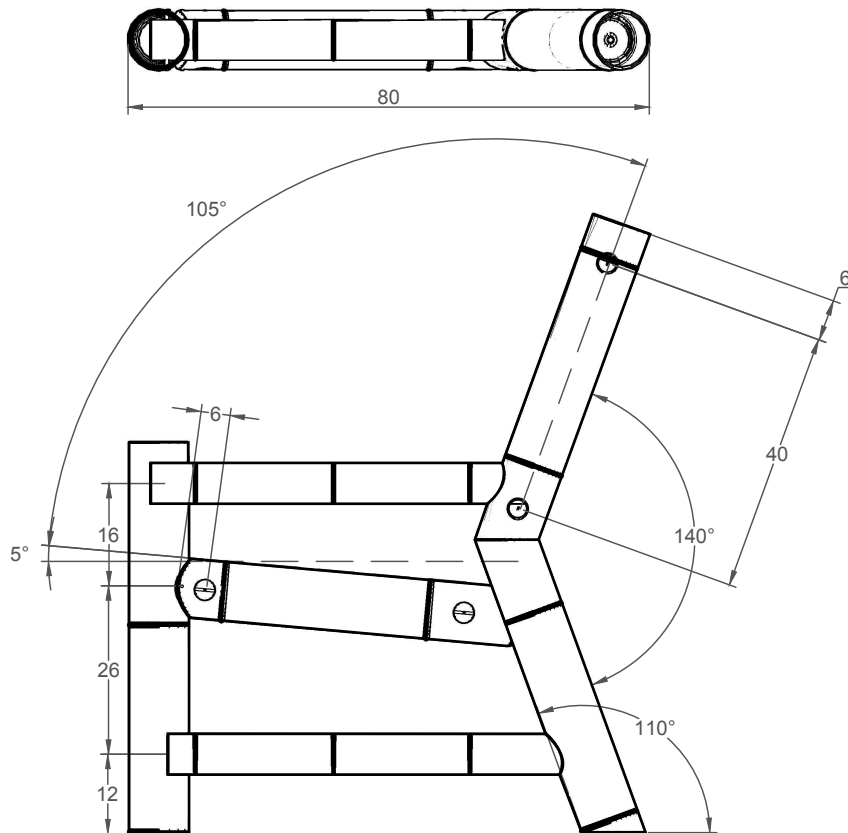
EXPLOSIVA

OBED ISMAEL MACEDO MACEDO

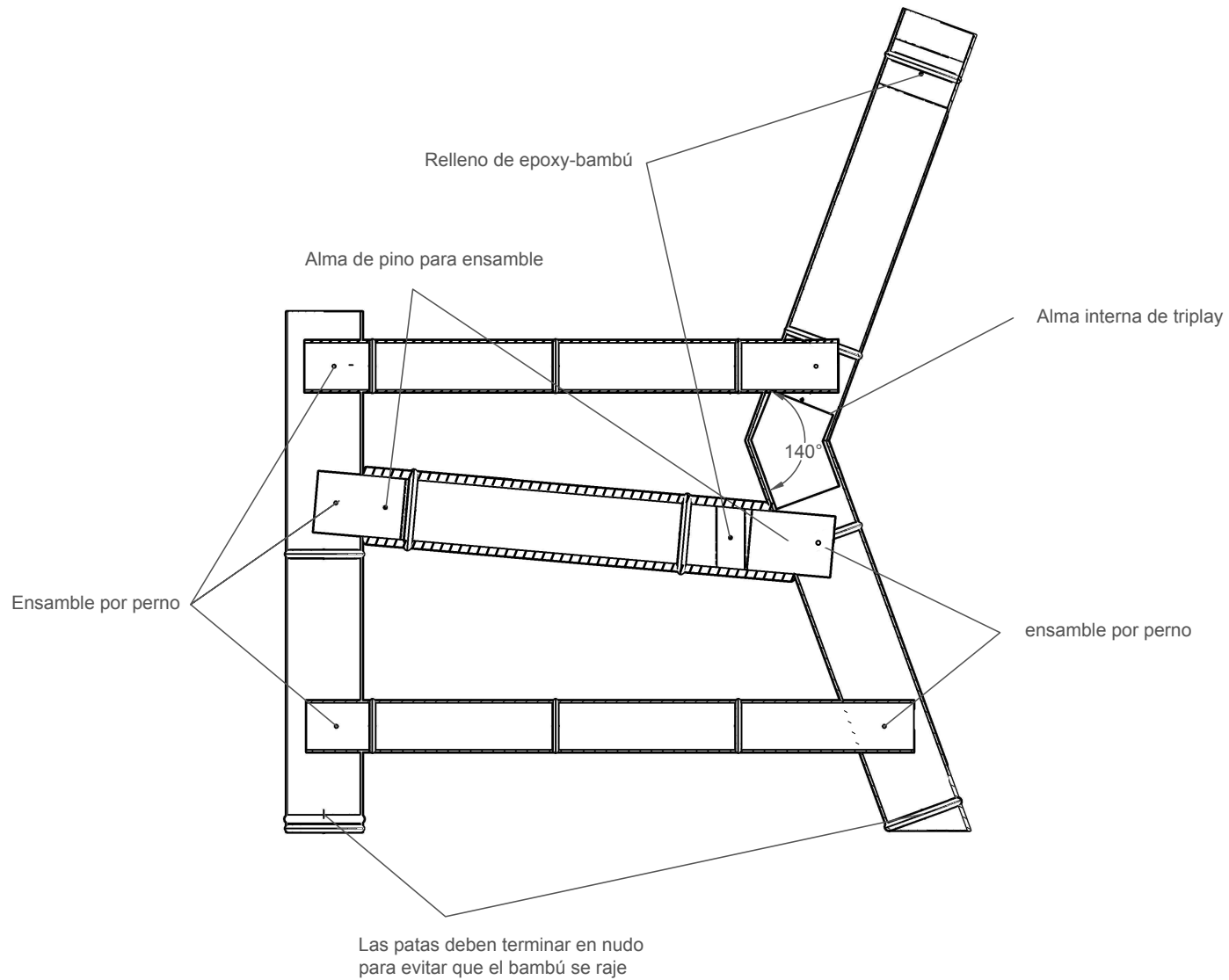
Las cotas rigen al dibujo

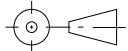
2020

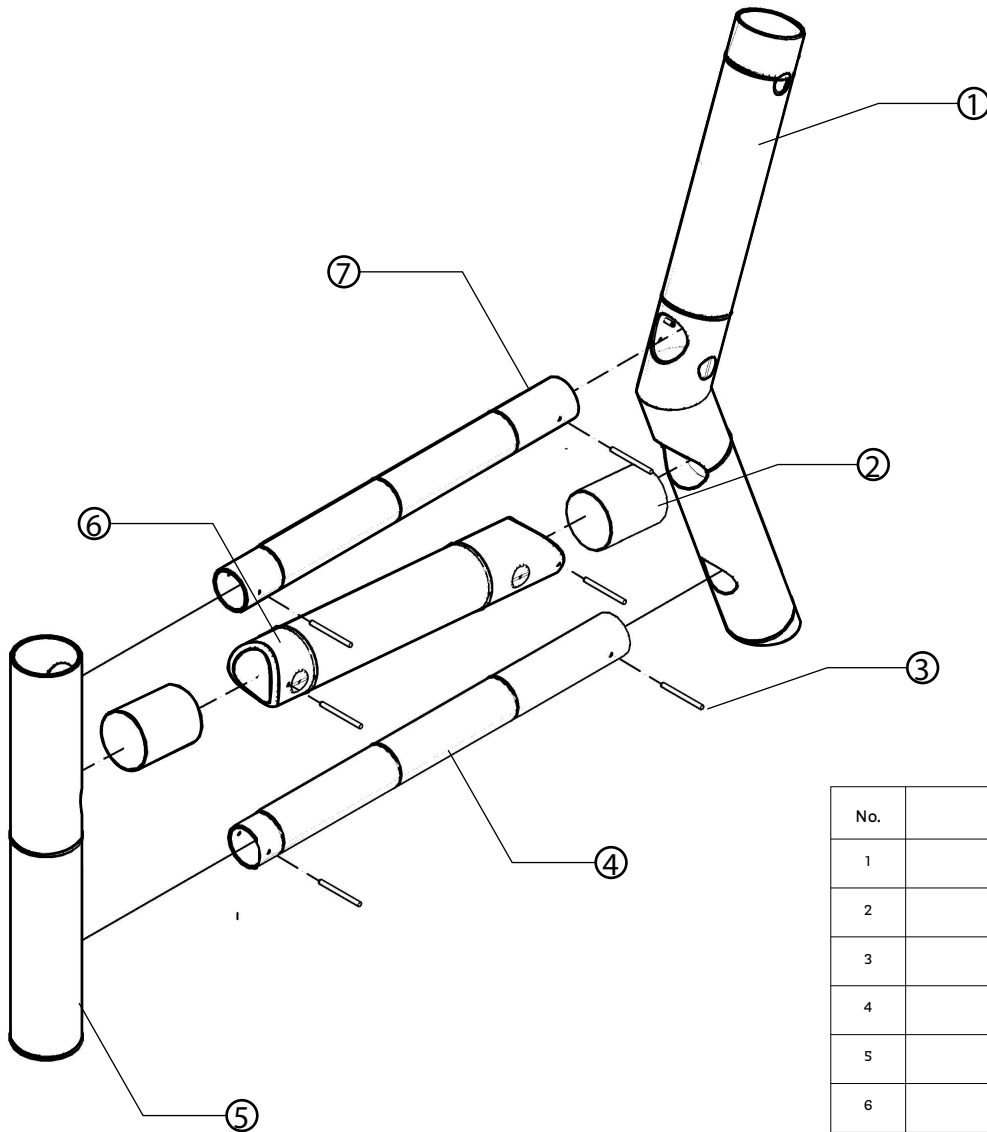
2/10



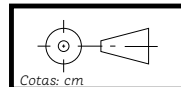
 Cotas: cm	SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ	
	BASTIDOR LATERAL	
OBED ISMAEL MACEDO MACEDO		3/10
Las cotas rigen al dibujo 2020		



 Cotas: cm	SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ	
	CORTE A-A1	
OBED ISMAEL MACEDO MACEDO		4/10
Las cotas rigen al dibujo	2020	



No.	NOMBRE	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	LAGUERO POSTERIOR	1	BAMBÚ DE 90 mm DE DIÁMETRO CON CORTE, PERFORACIONES PARA TRAVESAÑOS Y RELLENO DE EPOXY-BAMBÚ
2	BASTÓN DE PINO	2	BASTÓN DE PINO DE DIÁMETRO AJUSTADO A LA PARED INTERIOR DEL TRAVESAÑO MEDIO Y SUJETO CON PERNO
3	PERNO DE BAMBÚ	6	PERNO DE BAMBÚ PARA ENSAMBLES
4	TRAVESAÑO INFERIOR	1	BAMBÚ DE 60 mm DE DIÁMETRO
5	LARGUERO FRONTAL	1	BAMBÚ DE 90 mm DE DIÁMETRO CON 3 PERFORACIONES PARA TRAVESAÑOS
6	TRAVESAÑO MEDIO	1	BAMBÚ DE 90 mm DE DIÁMETRO CON BASTONES EN LOS EXTREÑOS Y RELLENO DE EPOXY-BAMBÚ
7	TRAVESAÑO SUPERIOR	1	BAMBÚ DE 60 mm DE DIÁMETRO



Cotas: cm

SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ

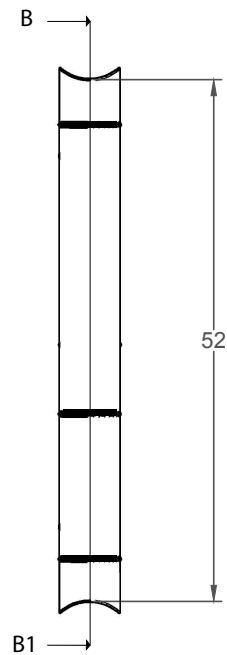
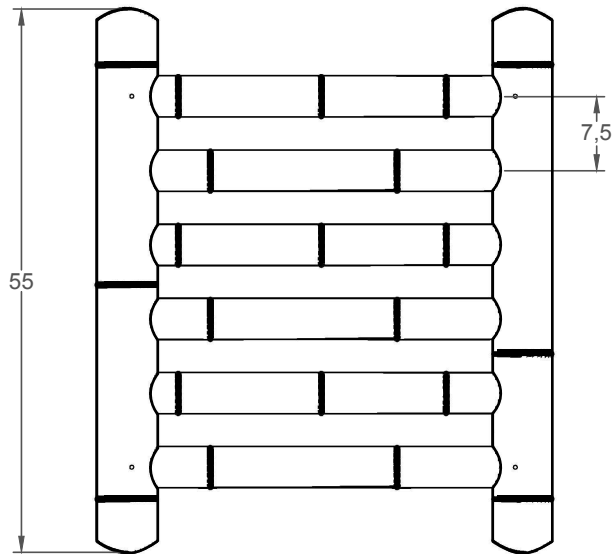
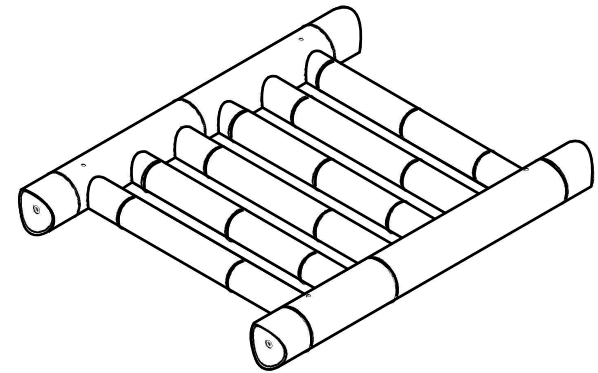
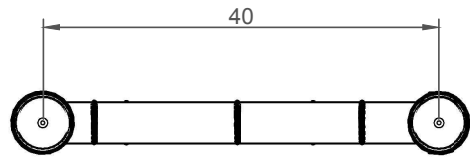
EXPLOSIVA BASTIDOR LATERAL

OBED ISMAEL MACEDO MACEDO

Las cotas rigen al dibujo

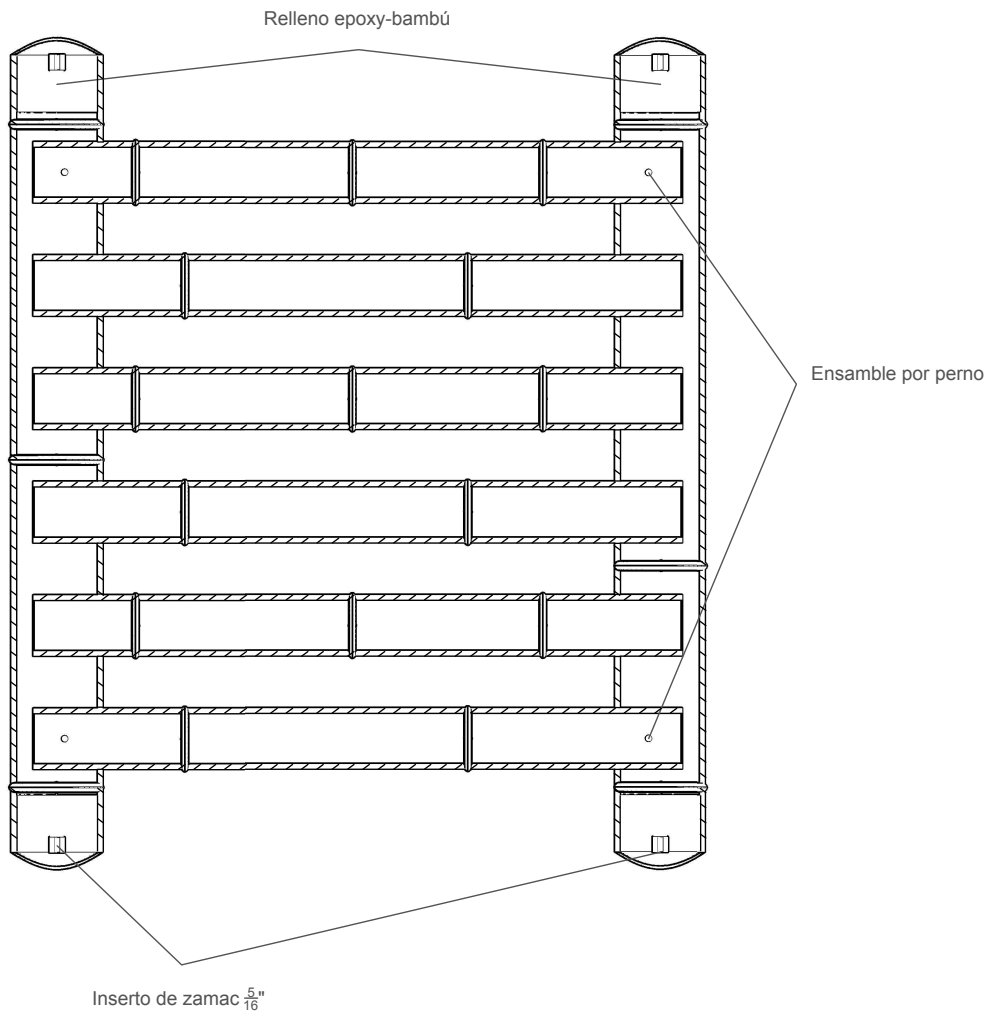
2020

5/10

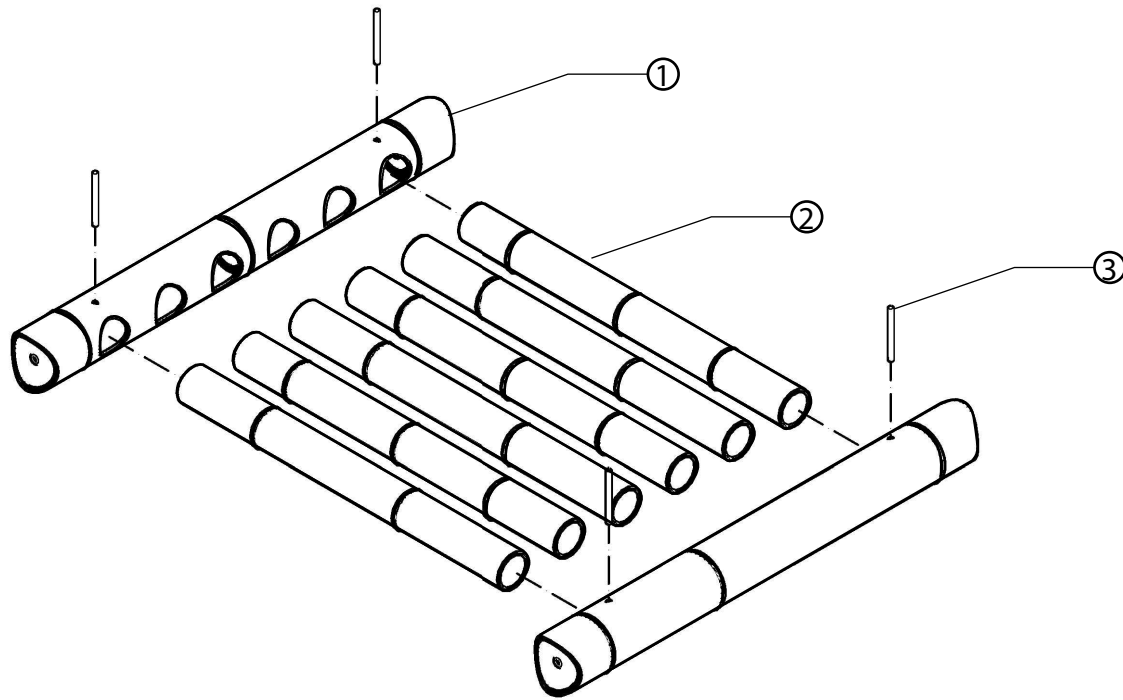


 Cotas: cm	SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ	
	BASTIDOR ASIENTO-RESPALDO	
OBED ISMAEL MACEDO MACEDO		6/10
Las cotas rigen al dibujo 2020		

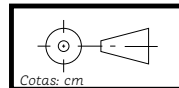




<p>Cotas: cm</p>	SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ	
	CORTE B-B1	
Las cotas rigen al dibujo	2020	OBED ISMAEL MACEDO MACEDO
		7/10



No.	NOMBRE	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	LARGUEROS DE ASIENTO-RESPALDO	2	BAMBÚ DE 60 mm DE DIÁMETRO CON RELLENO E INSERTO DE ZAMAC EN LOS EXTREMOS Y PERFORACIONES PARA TRAVESAÑOS
2	TRAVESAÑOS DE ASIENTO-RESPALDO	6	BAMBÚ DE 40 mm DE DIÁMETRO
3	PERNOS	4	PERNO DE BAMBÚ PARA ASEGURAR ENSABLES



Cotas: cm

SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ

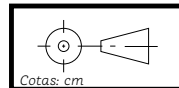
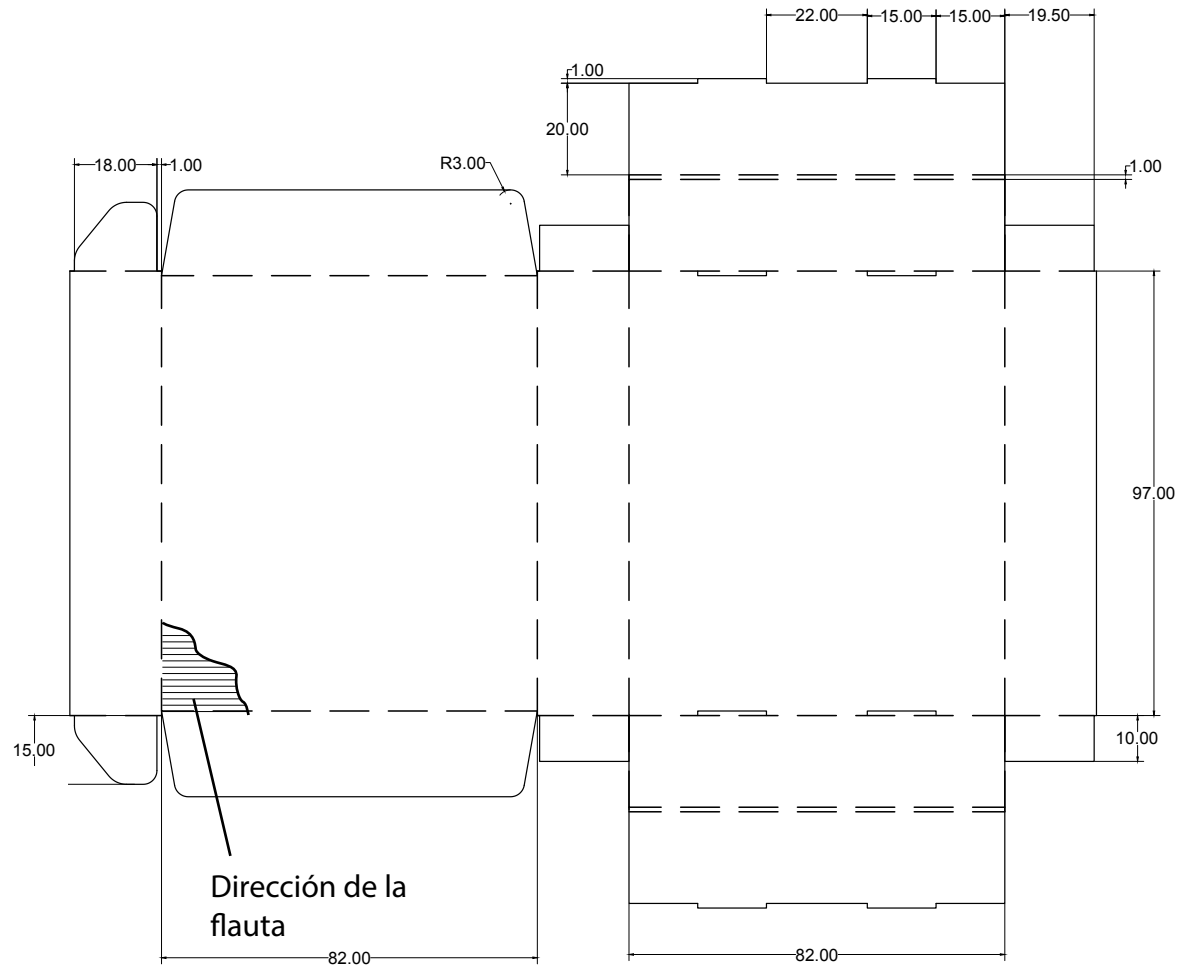
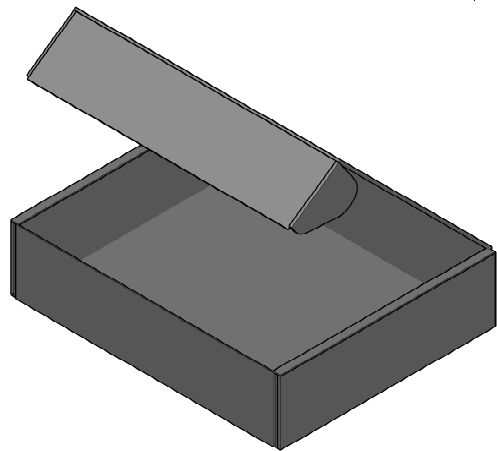
EXPLOSIVA BASTIDOR ASIENTO-RESPALDO

OBED ISMAEL MACEDO MACEDO

Las cotas rigen al dibujo

2020

8/10



Cotas: cm

SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ

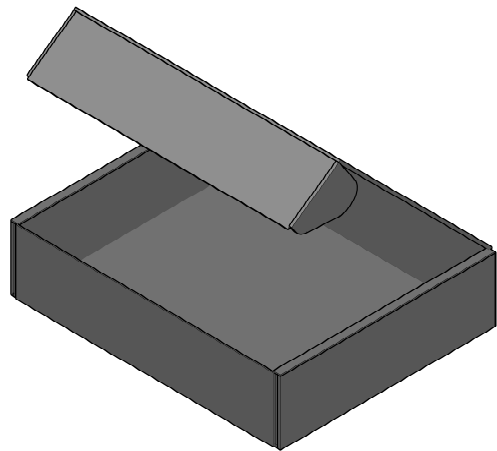
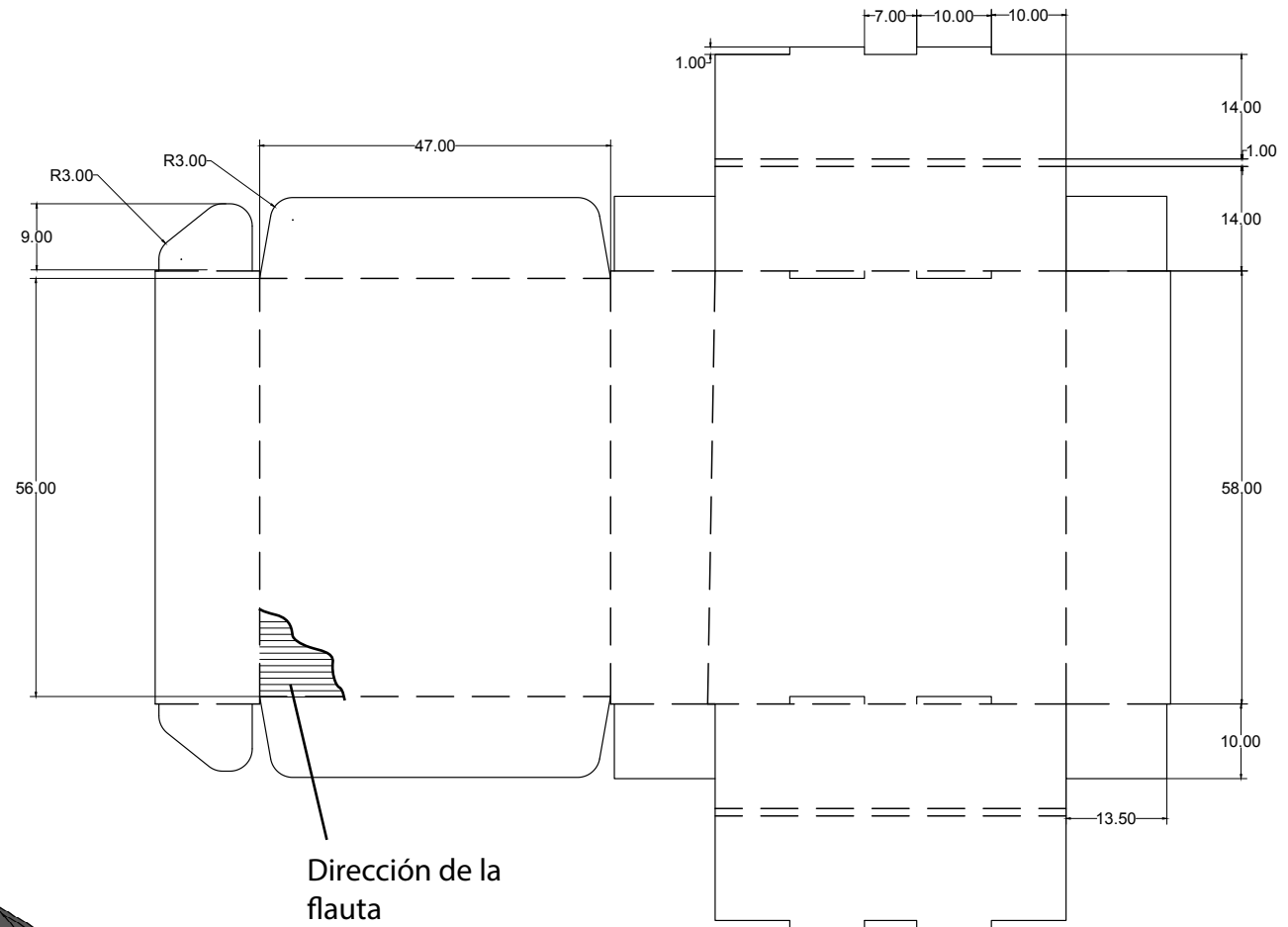
CAJA PARA BASTIDOR LATERAL

OBED ISMAEL MACEDO MACEDO

Las cotas rigen al dibujo

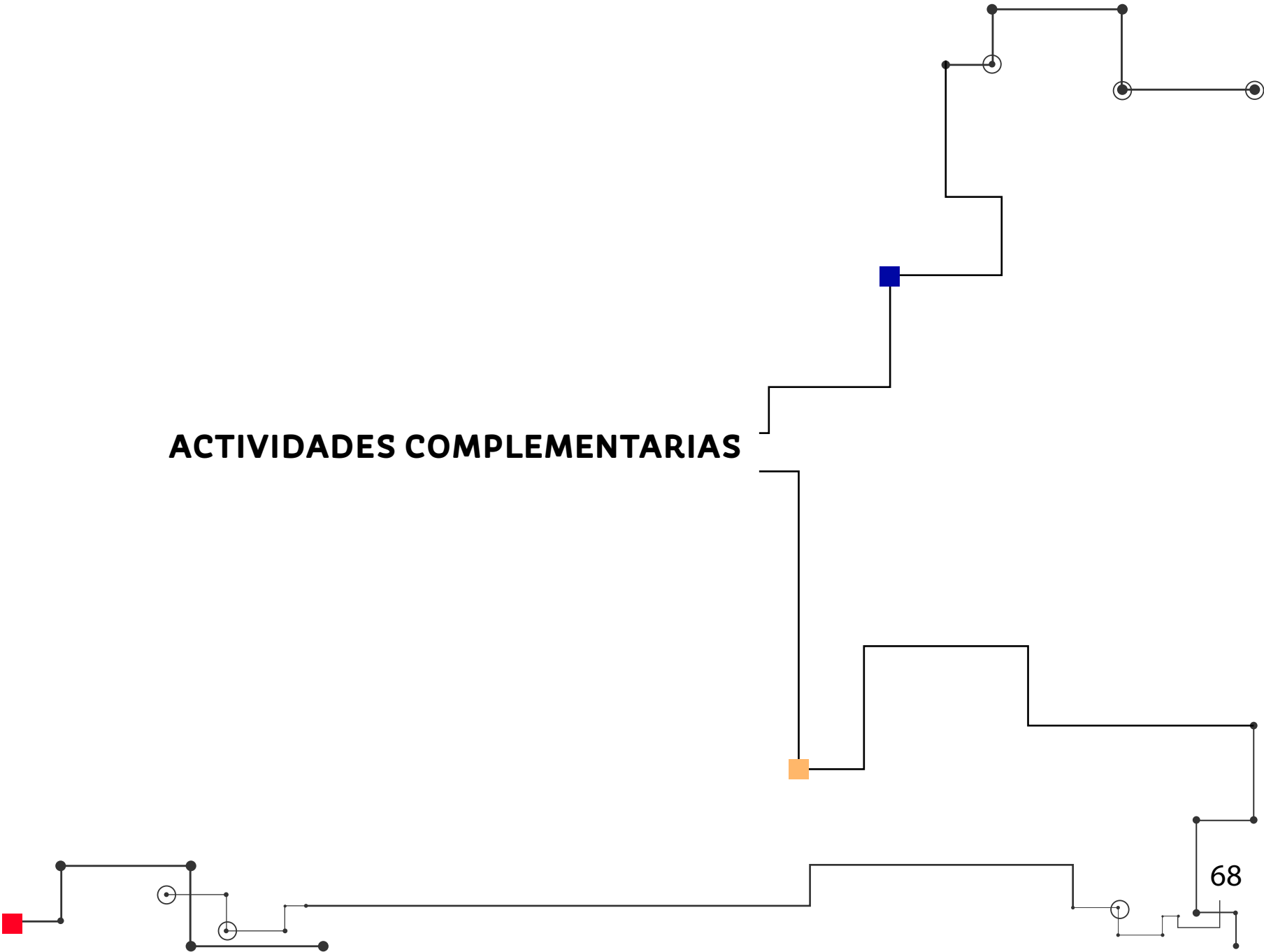
2020

9/10



	SILLÓN ARMABLE DE BAMBÚ	
	CAJA PARA BASTIDOR ASIENTO-RESPALDO	
Cotas: cm Las cotas rigen al dibujo	OBED ISMAEL MACEDO MACEDO	2020
		10/10

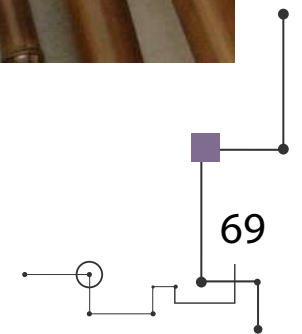
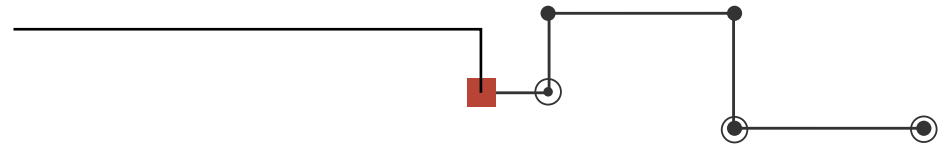
**ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**



## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**Bastidores hechos por el artesano en Monte Blanco, Teocelo, Ver.**

Después de concluir el prototipo, pedimos a un artesano de Monte Blanco, que reprodujera los bastidores que teníamos hechos, sin bocas de pescado en los largueros de bastidores asiento-respaldo ni perforaciones de precisión para ensambles que hará el usuario, esos los realizaríamos nosotros para tener mayor precisión.

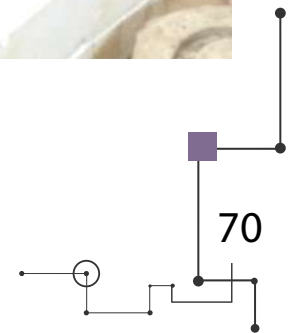
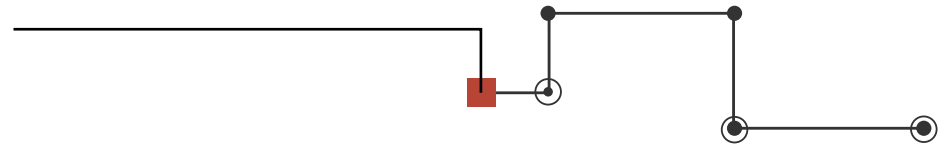


## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**Bastidores hechos por el artesano en Monte Blanco, Teocelo, Ver.**

En los bastidores hechos por el artesano encontramos diferencias importantes:

1. Los acabados en ensambles con pernos fueron mejores que los que se hicieron en el taller.
2. Habían 3 acabados de color en el bambú, chocolate, natural y uno intermedio a los anteriores, todas llevaban laca transparente y brillante, esto de acuerdo a como se lo habíamos pedido.

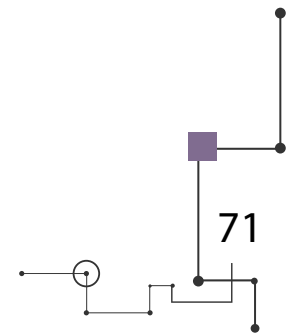
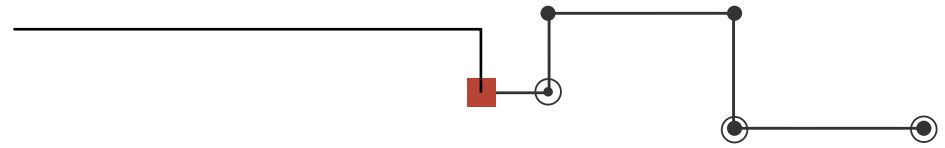


## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**Bastidores hechos por el artesano en Monte Blanco, Teocelo, Ver.**

3.- Por último y el detalle más importante, fué que los bastidores se encontraban torcidos, al ponerlos sobre una superficie plana, algunas de las esquinas del bastidor quedaban levantadas.

Esto afecta directamente en la precision del armado, ya que no existirian las mismas distancias para ensamblar los otros bastidores.





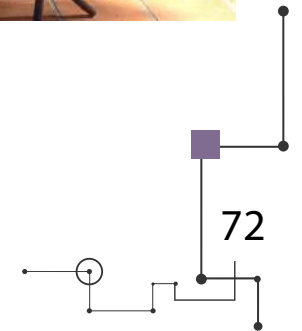
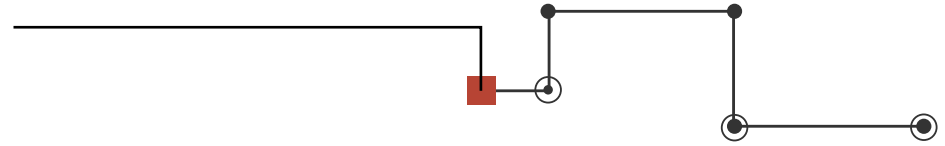
## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**Participación en el Tercer Congreso Mexicano del Bambú (3CMB) en Huatusco, Ver. del 8 al 12 de marzo de 2016.**

**Stand de Diseño industrial de la FES Aragón. 7 al 12 de marzo de 2016.**

El stand se montó en un estacionamiento del hotel sede del congreso. El primer día de exhibición una fuerte ventisca derribó varios árboles, uno de los cuales cayó sobre el techo de la exposición y destrozó techos de lámina galvanizada en la Ciudad de Huatusco y sus alrededores, Por ese motivo hubo que trasladar la exposición a un lugar más protegido y el stand se montó ahí por segunda vez.

Durante el tiempo que duró la exposición, hubo afluencia de público interesado nacional y extranjero al que se atendió en español e inglés.

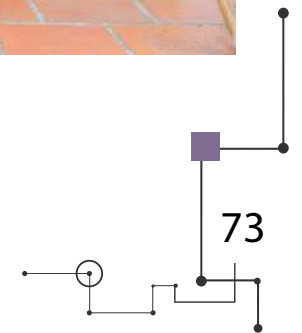
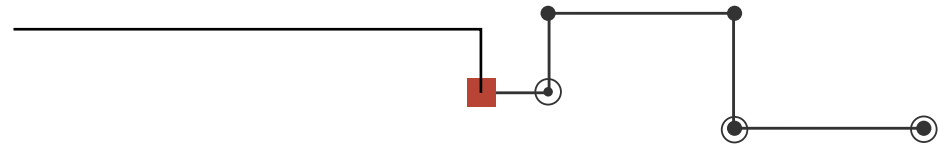


## ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

**Participación en el Tercer Congreso Mexicano del Bambú (3CMB) en Huatusco, Ver. del 8 al 12 de marzo de 2016.**

En el stand, me fué grato poder tener contacto con artesanos y empresarios dentro del ramo del bambú, algunos con criticas constructivas acerca de nuestro mueble, otros un poco escépticos, lo importante fue poder tener opiniones de la gente , además, de reconocidos diseñadores internaciones como Gerard Minakawa, fundador del la empresa Bamboo DNA.

Con el congreso, también presencié conferencias magistrales sobre el uso del bambú en ámbitos como arquitectura, esculturas, sembradío, diseño de bicicletas, laminados y la utilización del bambú como alimento. Algunos de los expositores fueron: Gerard Minakawa, Clinton McDowell, Daniel Ramos, Hormilsson Cruz, Jorg Stamm, Carlos Chávez y Fernanda Gutiérrez , por mencionar algunos...



# PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON



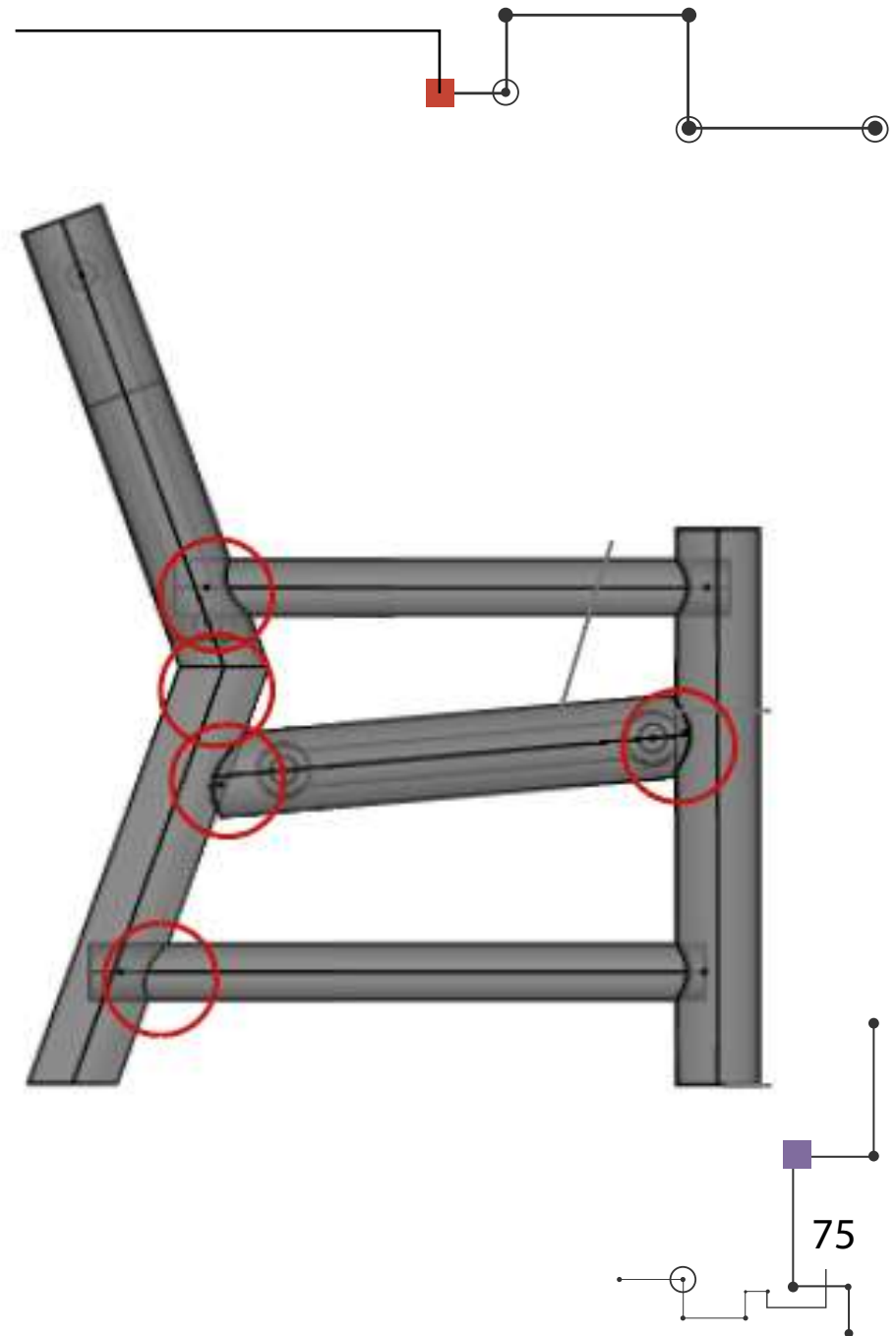
# PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON

## Ensamblados

En los bastidores laterales se presentaron problemas de ajuste y limpieza en la ejecución de los ensamblados con ángulos diferentes a  $90^\circ$ , no quedaron bien ajustados los que se hicieron en el Laboratorio ni los que hizo el artesano de Monte Blanco.

Los de los bastidores asiento-respaldo, todos a  $90^\circ$ , no presentaron esos problemas.

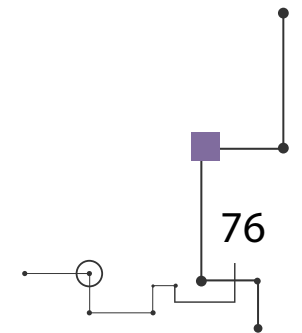
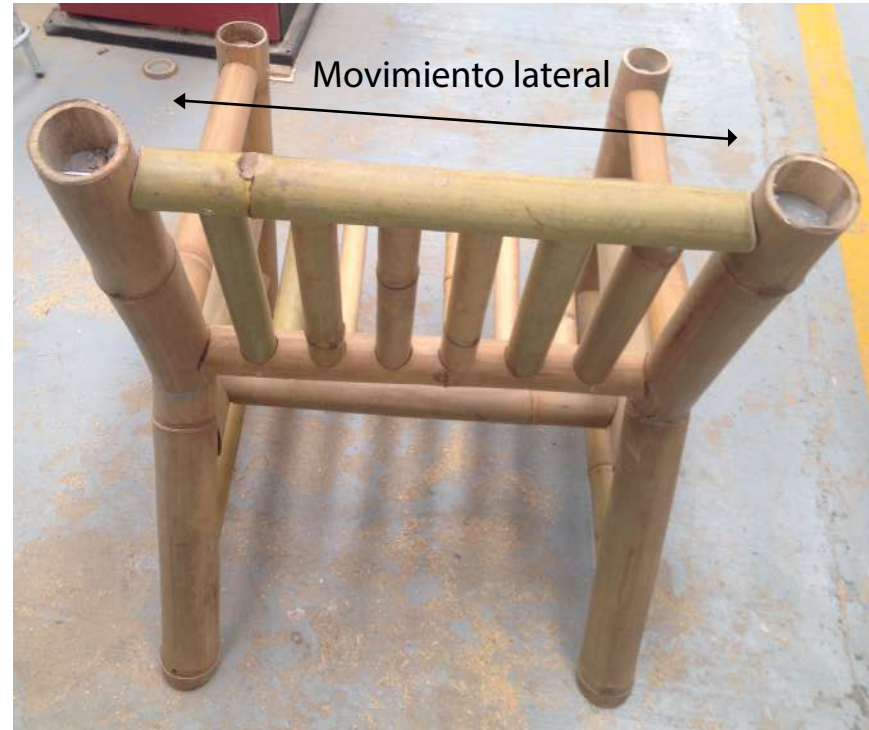
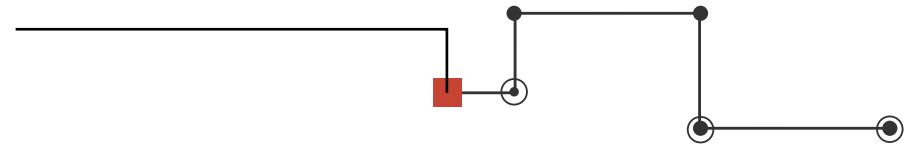
Vale la pena estudiar la opción de diseñar los muebles de manera que todos los ensamblados en los bastidores sean a  $90^\circ$  y sin almas interiores.



# PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON

## Ensamblajes

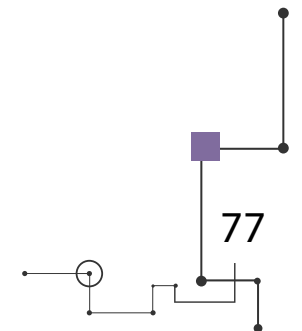
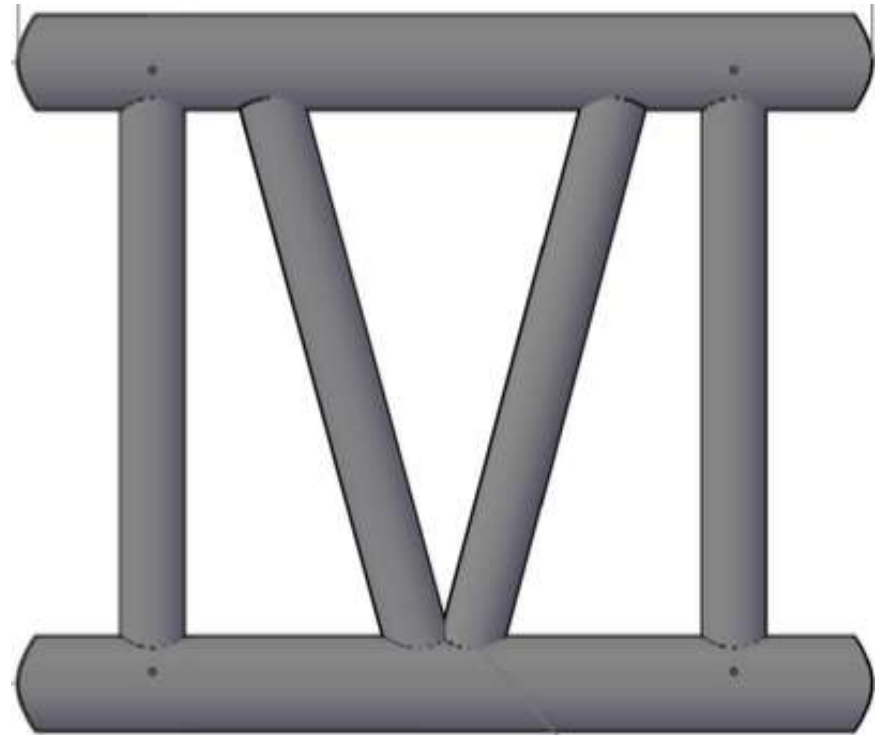
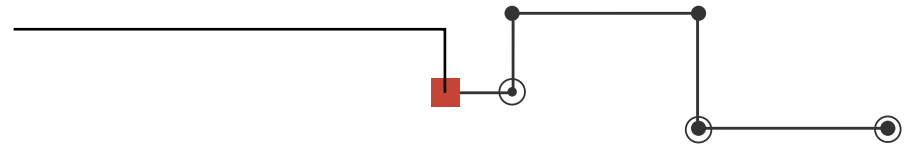
Los ensamblajes sin relleno, tanto en los bastidores laterales como en los de asiento-respaldo, también sufrieron ligeras contracciones, suficientes para que se sintiera un movimiento lateral al sentarse.



# PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON

## Ensamblajes

Como solución se propone modificar el diseño de los bastidores asiento-respaldo de tipo escalera a una armadura con triangulación, diseño comprobado en estructuras de todo tipo incluyendo las de muebles, y controlar el CH para el lugar donde se venderá y usará el mueble.

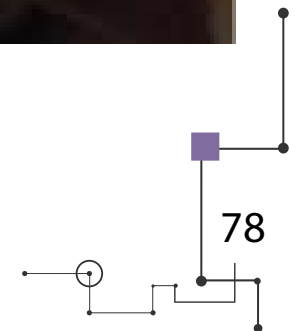
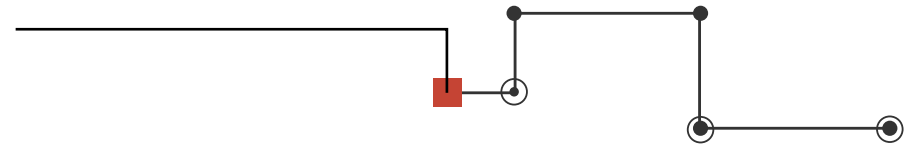


## PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON

### Efectos del cambio en CHE de la CDMX a Monte Blanco y Huatusco

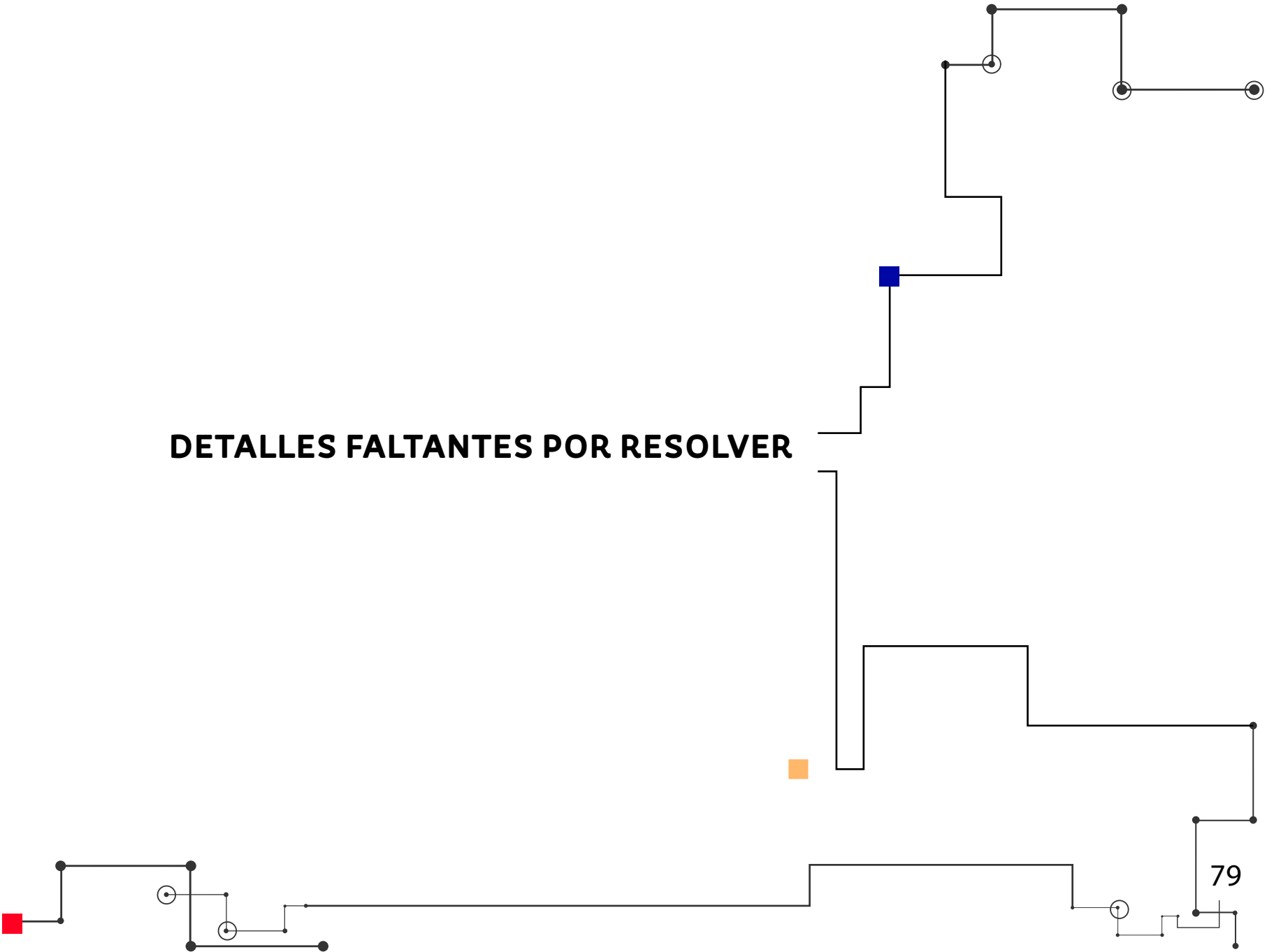
En los bastidores que se enviaron como muestra al artesano de Monte Blanco para copiarlos y que estuvieron allí un poco más de 30 días, los rellenos de epoxy-aserrín de bambú se aflojaron. El CHE para maderas en la Ciudad de México, en el mes de marzo, es de 9% y para la Ciudad de Huatusco de 14%, la diferencia de 5% fue suficiente para aflojarlo.

El uso de resina epoxy fue una solución temporal para probar un relleno, aunque no cumple con los objetivos ambientales del proyecto en cuanto al uso de materiales naturales, como posible solución se propone utilizar una mezcla de aserrín de bambú con adhesivos naturales como la caseína o la harina de soya que ya han demostrado su efectividad.





**DETALLES FALTANTES POR RESOLVER**

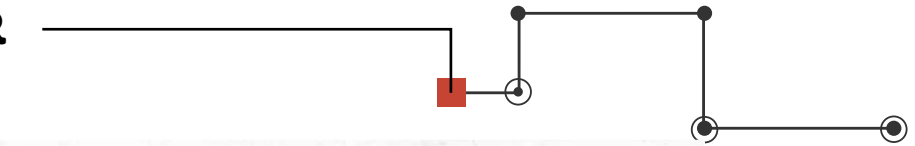




## DETALLES FALTANTES POR RESOLVER

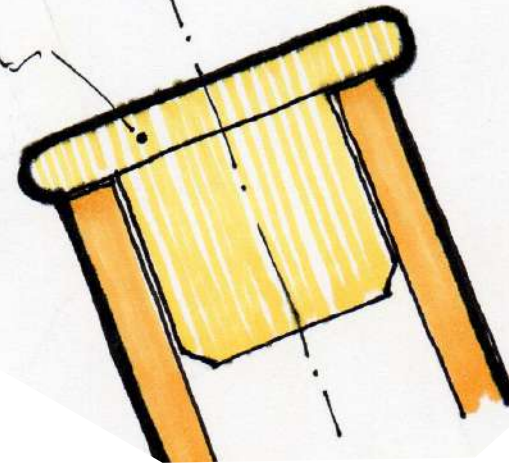
Tapas superiores de madera o acero inoxidable

Para cubrir los extremos superiores de los largueros frontal y posterior de bastidores laterales, se propone utilizar tapas torneadas de madera o de acero inoxidable. La madera se puede entintar en varios colores y el acero inoxidable puede tener acabado espejo o cepillado que darían una combinación interesante de materiales.



TAPON MADERA TORNEADO  
 $\varnothing$  EXT. 90 mm

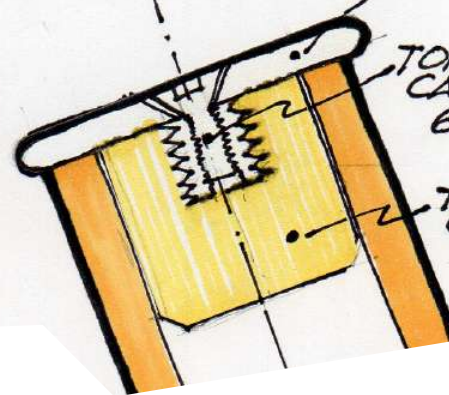
10  
K  
K



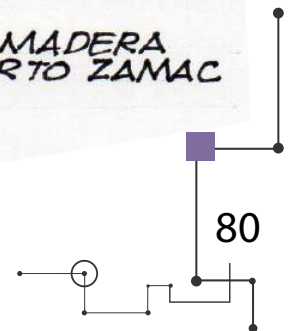
DISCO ACERO INOXIDABLE  
4.8 mm  $\varnothing$  EXT. 90 mm

TORNILLO AC. INOX.  
CABEZA PLANA ALLEN  
6.4 x 19.1 mm (1/4" x 3/4")

TAPON MADERA  
C/INSERTO ZAMAC



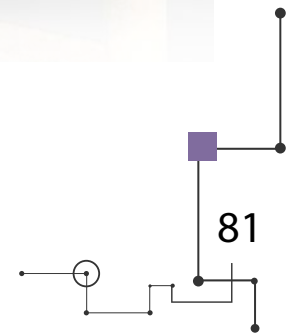
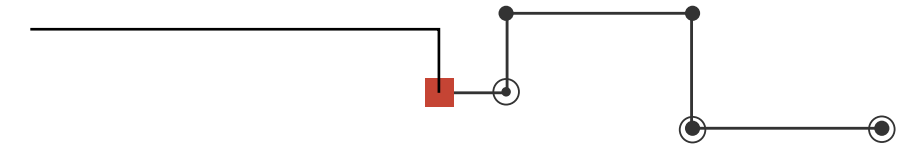
80



## DETALLES FALTANTES POR RESOLVER

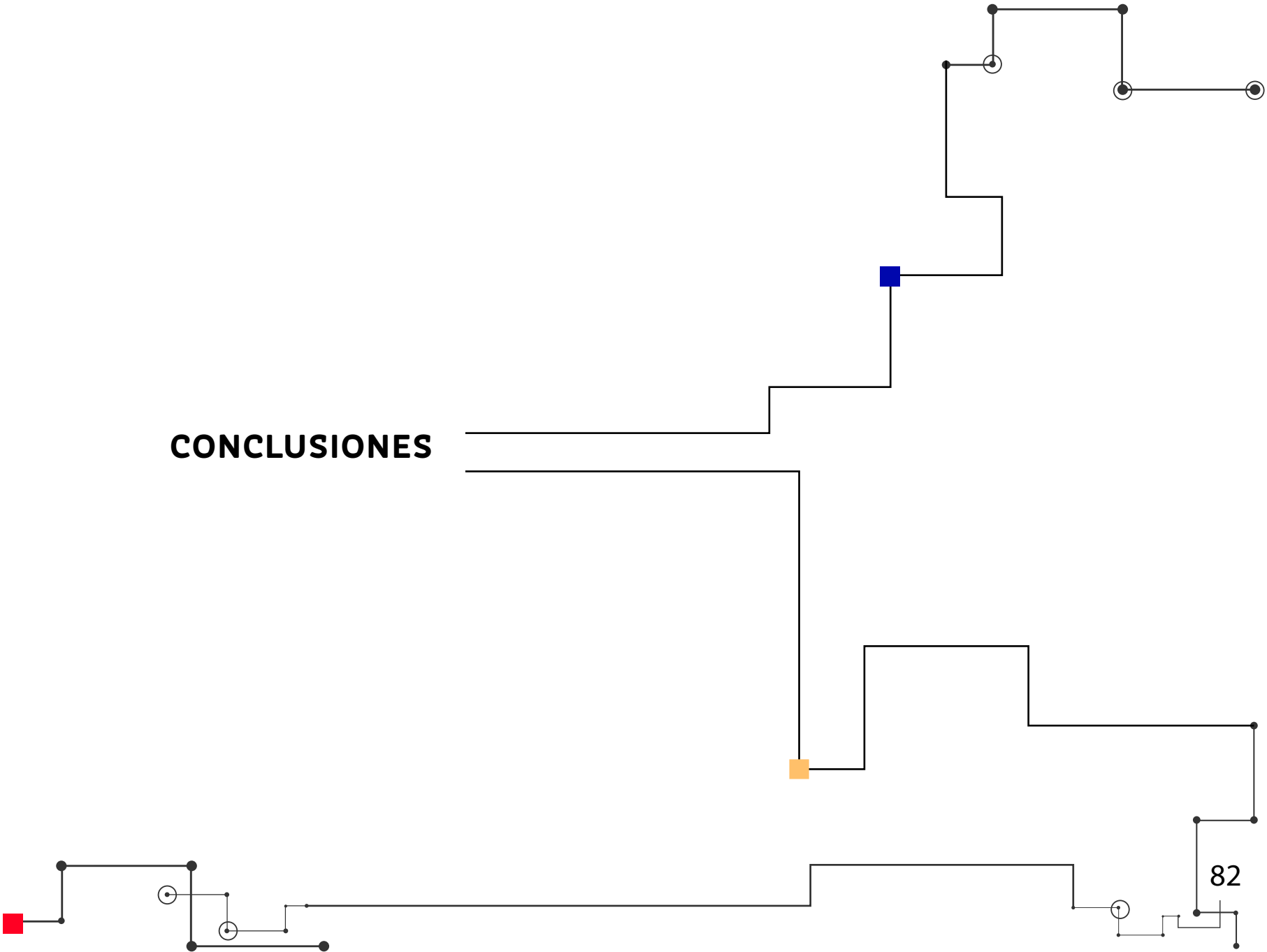
### Tapicería en asiento y respaldo

Está previsto que el sillón lleve un acojinamiento delgado forrado en tela cuya investigación será motivo de un trabajo posterior. Se propone experimentar con fibras naturales para tejidos en los bastidores, materiales naturales para acojinamiento como fibra de coco y látex natural; y tapicería con telas de fibras naturales como algodón o yute.



81

**CONCLUSIONES**

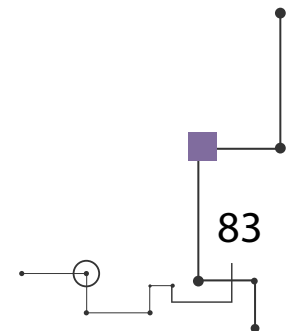
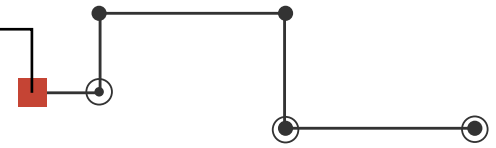


## CONCLUSIONES

Las experiencias obtenidas con este proyecto permitieron comprobar la eficacia de los equipos desarrollados en el proyecto anterior “Equipamiento de Talleres Artesanales de Bambú”: la Mesa de perforación con el DCEAP, y la Mesa de ensamble, así como la utilidad del uso de escantillones especiales para cada mueble.

Se tiene plena conciencia de que las modificaciones propuestas en la forma de trabajar con equipos y procesos diferentes, significan un cambio en la mentalidad de los artesanos que no va a ser fácil de lograr. Se espera que se pueda conseguir sobre todo entre jóvenes que no han tenido una larga experiencia trabajando en la forma en que lo hacen ahora.

Se proyecta instalar un taller-escuela piloto en la zona productora de bambú donde se impartan cursos de capacitación y se familiarice a los artesanos con los equipos y los procesos, y que además produzca muebles de alta calidad y con diseño mexicano.



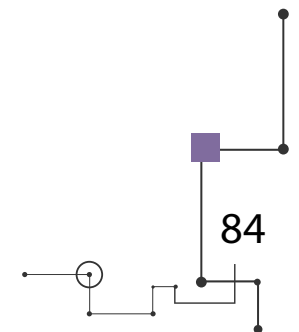
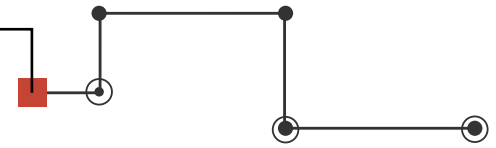
## CONCLUSIONES

De forma personal, me fue grato trabajar con un material que, desde el punto de vista del diseño, tiene gran potencial a futuro.

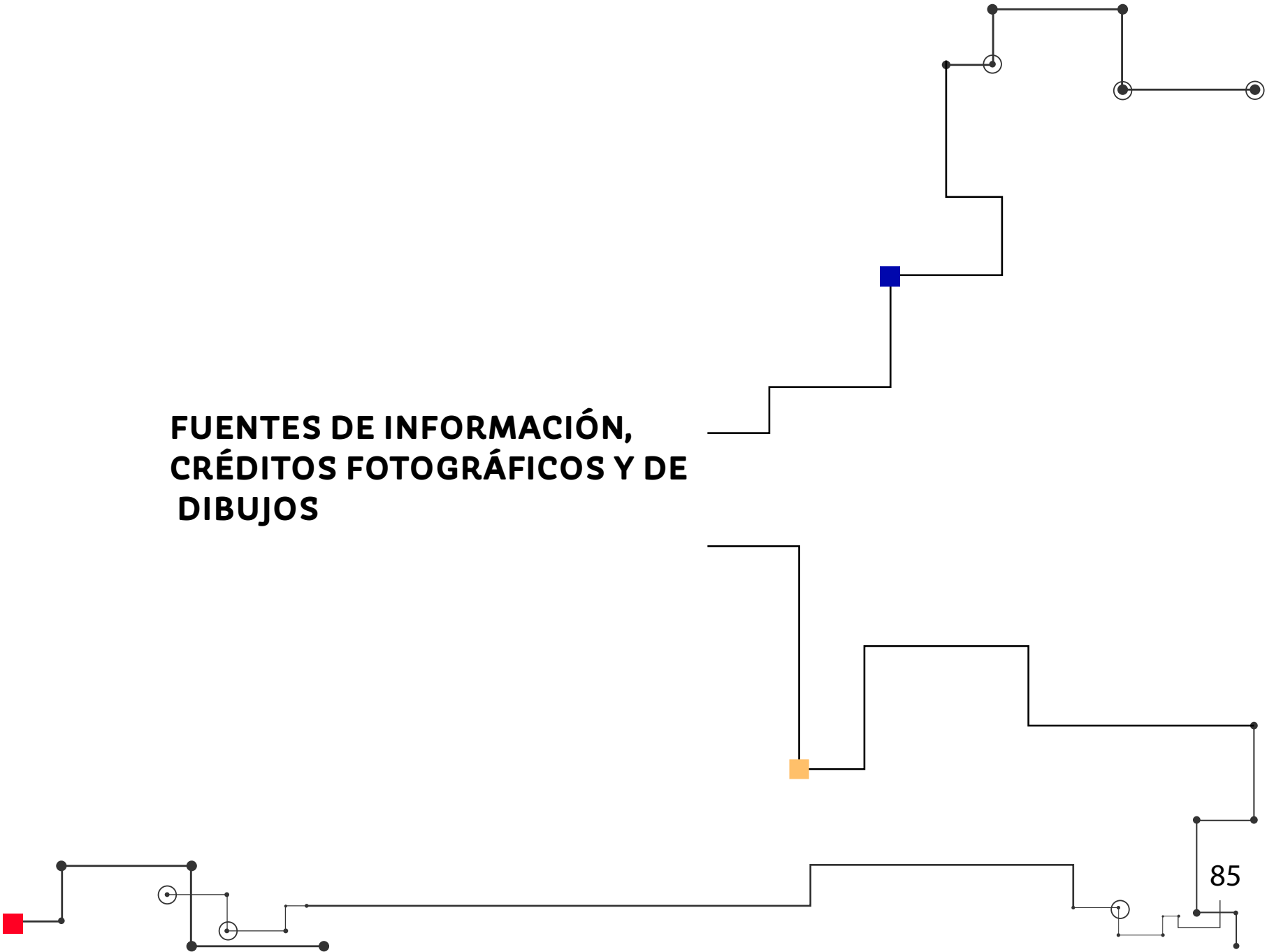
Aprendí sobre el comportamiento y uso que se le puede dar al bambú, dejando de lado el típico uso ornamental. aplicando conocimiento que adquirí a lo largo de la carrera, como la ergonomía, el uso de herramientas, uso de resinas, conocimientos sobre maderas, geometría , entre otros.

Ha sido un proyecto que me ha absorbido tiempo y mente durante mucho tiempo, (mas por mi falta de compromiso), pero que al final me deja un gran aprendizaje en todos los sentidos.

Definitivamente el poder dar por terminado este proceso, se lo debo a la gran insistencia de mis profesores y mis padres, así que a pesar de haber sido 5 años de incertidumbre e incumplimiento, hoy les doy las gracias por no rendirse conmigo...



**FUENTES DE INFORMACIÓN,  
CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS Y DE  
DIBUJOS**



## FUENTES DE INFORMACIÓN, CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS Y DE DIBUJOS

Austin, R., Levy, D., Ueda, K. (1978). *Bamboo*. Nueva York y Tokio: Weatherhill

Carmioli, V. (1998) *Muebles en bambú. Phyllostachys aurea. Manual de construcción*. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 1ª reimpresión, 2002

Chávez, C. y Gutiérrez, M. F. (2016). *Muebles armables de bambú. Informe de investigación*. Documento interno FES Aragón UNAM. Cd. Nezahualcóyotl: Diseño Industrial FES Aragón.

D'Esezarte-Lara, E. (2018). "La evolución del bambú en México". En *11th World Bamboo Congress Proceedings*. Xalapa.

Gómez-Pimienta, B. (2017) *La escala y el origen. Muebles diseñados por seis arquitectos mexicanos*. México: Arquine

Hidalgo, O. (2003). *Bamboo. The gift of the gods*. Bogotá: Oscar Hidalgo Ed.

Sauceda, G. (2012) "El bambú en la fabricación de Muebles y Artesanías". en: *Memoria del 1er Foro Estatal del Bambú*. Xalapa.

Vlotsky, R. et al. (2001). *A market analysis of the Ready-To-Assemble Furniture Industry*. Baton Rouge: Louisiana Forest Products Laboratory. Louisiana State University. Working paper N° 49. Disponible en: RTA Furniture.pdf

<http://www.durorock.com.mx>

**Todas las fotografías fueron tomadas por:**

**Obed Ismael Macedo Macedo**

**Todos los dibujos y esquemas fueron realizados por:**

**Carlos Chávez Aguilera**

**Render pag. 81, realizado por:**

**Jesús Aguilar Rojas**

