

“Estudio y Experimentación de Paneles Estructurales  
y de revestimiento en Base de la Caña de la Sierra”

Autores: Claudia Altamirano  
Edmundo Cueva

UNIVERSIDAD DE CUENCA.

Facultad de Arquitectura.

Tesis previa a la obtención de título de arquitecto.

**“Estudio y Experimentación de Paneles  
Estructurales y de  
revestimiento en Base de la Caña de la  
Sierra.”**

Director: Arq. Marcelo Vasquez.

Autores: Claudia Altamirano.  
Edmundo Cueva.

Octubre 2011.



\_\_\_\_\_

Claudia y Edmundo.

Agradecemos a nuestro Director arquitecto Marcelo Vásquez por habernos guiado y apoyado durante este proceso.

A nuestro asesor, arquitecto Jorge Morán Ubidia, por habernos ayudado no solo con conocimientos sino también con las herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto.

\_\_\_\_\_

Claudia.

Dedico esta tesis a mis padres Edgar y Marcia, a mis hermanos Andres, Belén y Alejandra, a mis abuelitos Alegría, Miguel y Maruja y a Soilita y Gera.

\_\_\_\_\_

Edmundo.

a mis padres Edmundo y Lorena, a mis hermanos Juan y Miliiiia; a mis abuelitos Gerardo y Magdalena, Edmundo y Nora, y a mi fiel compañero de cuatro patas Tomás; sin la confianza y el apoyo de ellos realizar este trabajo hubiese sido difícil.

\_\_\_\_\_

# ÍNDICE.

Introducción	15	3. Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo en la Construcción.	79
Objetivos	17	<b>3.1 Tableros Prefabricados de Bahareque o Quincha.</b>	80
<b>1. Conocimiento y Caracterización de Suro y Carrizo</b>	<b>19</b>	3.1.1 Beneficios de Construcción en Quincha o en Bahareque.	80
<b>1.1 Bambúes</b>	<b>22</b>	3.1.2 Elaboración de Paneles.	82
1.1.1 Clasificación de los bambúes leñosos en América.	24	<b>3.2 Tablilla de Colihue.</b>	86
1.1.2 Bambú en América Latina.	26	<b>3.3 Tablero de Partículas de Colihue.</b>	88
1.1.3 Chusquea.	28	<b>3.4 Tableros de Bambú en Ecuador.</b>	90
<b>1.2 Arundo</b>	<b>36</b>	3.4.1 EcuBam.	92
1.2.1 Arundo Donax.	36	3.4.2 PlasBam.	92
<b>1.3 Silvicultura.</b>	<b>42</b>	3.4.3 EsterBam.	93
<b>1.4 Preservación General</b>	<b>42</b>	3.4.4 TripBam.	93
<b>1.5 Propiedades Mecánicas.</b>	<b>44</b>	<b>Bibliografía</b>	96
1.5.1 Ensayo de Compresión.	46	<b>4. Propuesta Modular.</b>	99
1.5.2 Ensayo de Flexión.	48	<b>4.1 Principios de la Modulaci3n.</b>	100
1.5.3 Ensayo de Corte.	50	4.1.1 Criterios de Dise1o.	100
<b>1.6 Inmunizaci3n.</b>	<b>52</b>	<b>4.2 Paneles.</b>	102
<b>Bibliograf3a.</b>	<b>58</b>	4.2.1 Paneles Categor3a I.	102
<b>2. Uso del Suro y el Carrizo.</b>	<b>61</b>	4.2.2 Paneles Categor3a II.	114
<b>2.1 El Suro y el Carrizo en Am3rica Latina.</b>	<b>62</b>	<b>Bibliograf3a</b>	132
<b>2.2 El Suro y el Carrizo en el Azuay.</b>	<b>64</b>	<b>Conclusiones Generales</b>	134
2.2.1 El Carrizo.	64	<b>Anexos</b>	137
2.2.2 El Suro.	66		
2.2.3 El Suro y el Carrizo en la Construcci3n.	68		
<b>Bibliograf3a</b>	<b>76</b>		

\_\_\_\_\_

## INTRODUCCIÓN.

Si bien existen ejemplos arquitectónicos realizados con caña en el Ecuador, la diversidad de muestras no es muy grande, primero está la casa empírica costeña que el inconsciente de la gente, tiende a catalogarla erróneamente quitándole el valor al material y degradándola formalmente. La mayoría de ejemplos se encuentran en la región costanera de nuestro país. En la región sierra también se encuentran materiales muy parecido a la caña guadua; materiales que pasan desapercibidos en el campo de la construcción, estas clases de caña se llaman chusqueas o suros y similares como el carrizo y la duda.

Estos materiales, han sido utilizados a lo largo de toda la historia en gran cantidad como materia prima para la fabricación de muebles o elementos de cestería y en el ámbito de la construcción, su uso siempre ha estado limitado a ser un complemento a un sistema constructivo y no ser materia base o principal; como es el caso de ser estructura en el yeso y un relleno en el bahareque.

De aquí nuestra preocupación por buscar soluciones; no a problemas, sino a la falta de interés en usar materiales propios de cada región; creemos que planteando inquietudes sobre los beneficios que pueden brindar estos materiales, será un primer paso a aprovechar recursos de alcance inmediatos que pasan desapercibidos.

Experimentando su uso en producción de paneles, buscando que corrijan ciertas propiedades que no permitían su uso en la región y que se acoplen a las exigencias de industrialización y economía, será el gran aporte para solventar este descuido.

En cuanto a la industrialización, se ha visto que la modulación y prefabricación bien concebida economiza tiempo y dinero, y que mejor que un material como la caña que sabemos es accesible a cualquier tipo de usuario para lograr paneles que se adapte a los requisitos.



## Objetivos:

### Objetivo Principal:

Crear alternativas de paneles de dimensiones comerciales a base de suro y carrizo que logren las demandas de industrialización y economía.

### Objetivos secundarios:

Relacionar la caña con otros materiales mejorando su comportamiento.  
Probar alternativas de posibles paneles que serán utilizados en exteriores y en interiores.  
Demostrar un producto final rentable y económico mediante el presupuesto de los paneles.



## Capítulo 1

Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

Desde la antigüedad, el hombre ha utilizado distintas gramíneas para la construcción de edificaciones, buscando aumentar su comodidad y bienestar. Durante los últimos años, diversas instituciones, en muchos países, han invertido en la investigación de las cualidades de plantas de éste género; buscando que cumplan los requisitos necesarios para convertirse en materiales adecuados para la arquitectura. Así se han desarrollado, en varios países latinoamericanos, un sinnúmero de ensayos para seleccionar variedades afines.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las características generales de dos plantas que crecen en la región del Austro: el suro (*Chusquea scandens*) y el carrizo (*Arundo donax*). Ambas plantas cuentan con una historia similar con respecto a su uso y con la siguiente investigación se pretende determinar la capacidad de éstas para convertirse en materiales industrializados de construcción.

El suro y el carrizo pertenecen a la familia de las gramíneas.

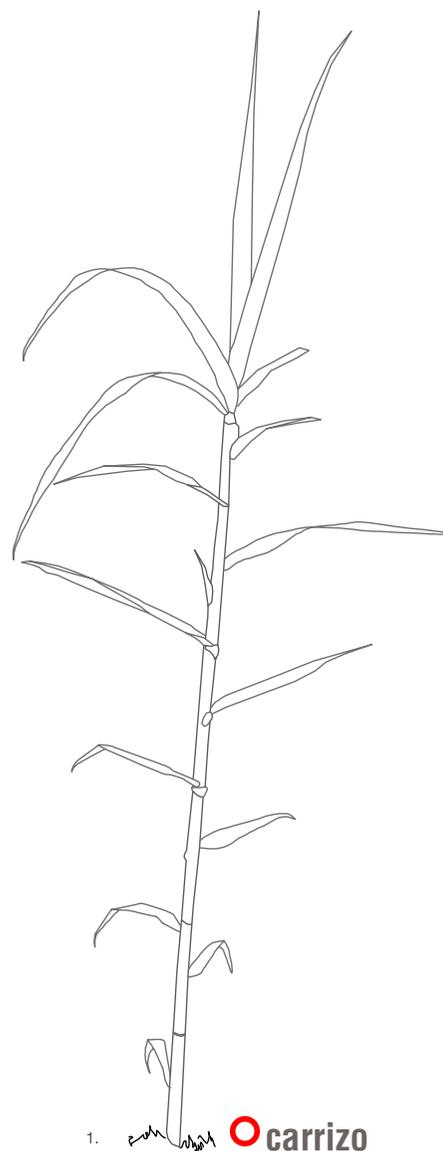
Se caracterizan principalmente por su gran adaptabilidad en zonas cálidas, debido a sus variables sistemas de apareamiento, así como su diversidad morfológica y fisiológica. Tanto el suro como el carrizo, son utilizadas en construcciones tradicionales de tierra y en trabajos artesanales, únicos, en ciertas comunidades. Debido a que el carrizo puede crecer en zonas con altitudes muy diversas, que oscilan desde los 1000 msnm hasta los 2000 msnm, es evidente que su uso sea mucho más popular que el suro; pues éste último crece a altitudes superiores a los 2800 msnm.

Estas características le han permitido subsistir en lugares no autóctonos, dominando el paisaje. En ciertos ecosistemas, desempeñan un importante papel de equilibrio, mientras que en otros pueden convertirse en invasores agresivos.

Aún, a pesar de ser consideradas como malezas en ciertos ecosistemas, las hierbas pertenecientes a la familia de las gramíneas tienen múltiples usos. Aportan aproximadamente

con el 50% de las calorías consumidas por la humanidad; también se utilizan en el área de la ganadería como plantas forrajeras pues aportan altos niveles de nutrientes (Parodi, 1987). En el ámbito industrial también desempeñan un papel importante, pues permiten la elaboración de perfumes, bebidas alcohólicas, aceites combustibles (Kent, 1983). Durante siglos se han utilizado en diversas áreas como corde-lería, cestería, medicinal y ornamental; además para la fabricación de instrumentos musicales y elaboración de papel (Ordoñez, 1999).

Las gramíneas se ramifican en diversas subfamilias, entre ellas *Bambusoideae* (bambúes), considerada una de las subfamilias botánicas más extensas e importantes para la humanidad; y *Arundinoideae*, que habitan regiones templadas y tropicales. *Chusquea* es uno de los géneros más significativos de bambúes leñosos (Watson, 2008) y el *Arundo* otro género de la subfamilia *Arundinoideae*.



1. esquema de planta de Arundo Donax.  
2. esquema de planta de chusquea.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

Los bambúes son considerados una de las plantas de mayor y más versátil utilización en el mundo; la caña, en estado verde, previene los incendios forestales, pues acumula mucha agua en sus tejidos y cavidades. Su disponibilidad y peso ligero, los vuelven ideales para la construcción de accesorios pequeños, como cometas y artesanías (*Reubens, 2010*). En la música se utiliza en los múltiples instrumentos de viento.

En la economía nacional, la disponibilidad de esta gramínea va más allá de su uso artesanal. Entre los grandes rubros de ingresos de dinero de nuestro país como el banano, se lo utiliza para sostener los racimos; es una herramienta práctica comparada con otras como la madera, por su costo, o los tubos metálicos, por ser más propensos al robo. En las flores, se los usa en las estructuras para los invernaderos; a pesar de que se podría usar cualquier otro tipo de material, los bambúes abaratan costos y minimizan el impacto ecológico que estas actividades producen comúnmente.

Debido a las características en su comportamiento físico-mecánico es utilizado usualmente en la construcción de estructuras. La relación de los factores de peso y resistencia de los bambúes iguala su importancia al de otras maderas, con una ventaja adicional: es un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que también contribuye con beneficios ecológicos significativos durante su desarrollo (*Gamboa, 2009*). Por ejemplo, en China se ha convertido en la principal materia prima para la construcción de viviendas; su bajo costo y disponibilidad lo han hecho motivo de estudios desde milenios atrás (*Villacís, 2009*).

Este material, caracterizado por su forma circular y hueca, resulta liviano, de fácil manejo y almacenamiento. Una gran ventaja observada en el uso de bambúes, los últimos años en países asiáticos, es que permite la construcción de estructuras permanentes. Los entrenudos presentes en el tallo lo hacen un material bastante rígido pero lo suficientemente elástico, aumentando su valor en la construcción de edificaciones antisísmicas (*Álvarez, 2001*).

Existen varios tipos de bambúes, de diferentes tamaños y secciones. Por lo general se encuentran especies cilíndricas y huecas; pero existe un tipo en particular que es relleno en el interior, el suro. Su uso en la construcción ya había sido iniciado por nuestros antepasados en las estructuras de bahareque, pero con el tiempo, estas construcciones fueron cesando (Reubens, 2010). A pesar de que el carrizo es el material más popular en la región, junto con el suro, han sido reemplazados por otros sistemas constructivos.

El suro es importante en la vida de los indígenas de Centro América y de los bosques Andinos, está siendo utilizada por más gente que la tradicional; sin embargo, la *Guadua Angustifolia* sigue siendo la especie de bambú más importante económicamente en la región, principalmente debido al tiempo que lleva siendo explotada (primero en bosques naturales y ahora en monocultivos).

En 2009 el SIGGuadua publicó en uno de sus artículos que “en la actualidad las características (del bambú) no han sido

consideradas debido a la ignorancia acerca del potencial de este recurso. Los prejuicios acerca del bambú han provocado que la humanidad lo asimile como una hierba usada por los indígenas y la gente pobre para construir sus casas, llevándola hasta el punto de considerarse una especie en vía de extinción”. Gracias a la investigación que se ha desarrollado alrededor del tema se ha logrado expandir los límites de uso tradicional, tratando de utilizar su máximo potencial y mejorando sus falencias.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.1 Clasificación de los bambúes leñosos en América

En su clasificación botánica, existen dos tipos diferentes de bambúes: leñoso y herbáceo. No todos los bambúes andinos son del tipo leñosos, pues están también aquellos que su uso radica primordialmente en prácticas ornamentales y los que poseen un potencial horticultural y medicinal. Los bambúes crecieron como plantas nativas en diversos lugares. Pueden encontrarse en los bosques templados de Estados Unidos, al sur de Chile Central, y desde las tierras bajas en Brasil a los bosques de las altas cordilleras andinas (*INBAR, 2011*).

Los tallos (cañas) de los bambúes leñosos son usados en viviendas, canastos, pistolas de aire, en los instrumentos musicales de viento (que identifica a la música folclórica de los andes), esteras, aventadores, etc.. Poseen tallos que van de 7m a 12 m de altura, con diámetros de entre 3cm y 7 cm, entrenudos de 22cm y 32 cm (*Stern, 2005*).

Colombia cuenta con más de 50.000 Ha. de bambú destinadas a la construcción de viviendas (*Camargo, 2006*); país donde es comúnmente conocido como el acero vegetal.

Margaret Stern, a partir de una clasificación realizada por Judziewicz en 1999, cita 21 géneros de bambú leñosos nativos de América (cada uno con su correspondiente clasificación dando un estimado de 420 especies), que se extienden desde el Sureste de los Estados Unidos al Cono Sur de Chile (*Ver Tabla 1*).

TABLA 1

Género	Número de Especies	Distribución geográfica (países y regiones)
1. Actinocladum	1	Bolivia, Brasil.
2. Alvimia	3	Brasil.
3. Apoclada	3	Brasil.
4. Arthrostylidium	31+	Bolivia, Brasil, California, Colombia, Ecuador, Antillas, Guyana, México, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
5. Arundinaria b	1	Estados Unidos.
6. Athroostachys	1 - 2	Brasil.
7. Atractantha	5	Brasil.
8. Aulonemia	31+	Bolivia, Brasil, California, Colombia, Ecuador, Guyana, México, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
9. Chusquea	200	Argentina, Bolivia, Brasil, California, Chile, Colombia, Ecuador, Antillas, Guyana, México, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, Trinidad y Tobago.
10. Colantheia	7	Argentina, Brasil.
11. Criciuma	1	Brasil.
12. Elytostachys	3	Bolivia, Brasil, California, Colombia, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
13. Eremocaulon	1	Brasil.
14. Glaziophyton	1	Brasil.
15. Guadua	24+	Argentina, Bolivia, Brasil, California, Colombia, Ecuador, Guyana, México, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, Trinidad y Tobago.
16. Merostachys	46+	Argentina, Bolivia, Brasil, California, Colombia, Guyana, México, Paraguay, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
17. Myriocladus	13	Brasil, Guyana, Venezuela, Trinidad y Tobago.
18. Neurolepis	21+	Bolivia, California, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
19. Olmeca	2	México.
20. Otatea	2 - 3	Colombia, México.
21. Rhipidocladum	22	Argentina, Bolivia, Brasil, California, Colombia, Ecuador, Guyana, México, Perú, Venezuela, Trinidad y Tobago.
Total de especies		420

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.2 Bambú en América Latina

Los bambús son plantas populares muy cotizadas en la jardinería. A pesar de que la producción mundial se concentra en países asiáticos como China, India, Tailandia, Taiwán, Indonesia y Japón; existen otros como Sudáfrica, Israel y países latinoamericanos (*Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2006*). En el mundo hay alrededor de 1.400 especies, de las cuales aproximadamente un tercio son nativas de América. Este grupo se divide en los bambúes herbáceos, con cerca de 115 especies; y los bambúes leñosos, con 22 géneros y aproximadamente 350 especies (*Bisquett, 2011*). Dentro del grupo de bambú leñoso se encuentra el suro (más del 40% de especies de bambú americano pertenecen al género *Chusquea*).

El hábitat de los géneros es predominante en los Andes y en las otras zonas montañosas que dividen el continente americano en las laderas oriental y occidental. Estas montañas se extienden desde México hacia el interior de las fronteras de Argentina y Chile, y sobre el este de Brasil. Sin embargo, algunas especies de *Chusquea* viven en tierras



3.

bajas, calientes y colinas (*Bisquett, 2011*). En la jardinería, hay quienes prefieren estas plantas, a pesar de que muchos bambús asiáticos como *Phyllostachys*, *Pleioblastus* y *Semiarundinaria*, son de aspecto muy atractivo para este campo (*Cooper, 2007*). Estos últimos resultan difíciles de mantener, ya que sus rizomas subterráneos se extienden tanto que causan pérdidas de espacio en el jardín; algo que no sucede con el suro.

## Bambú en Ecuador

En el Ecuador se ha determinado que existen bambúes andinos, los mismos que pertenecen a 5 clases de géneros: *Chusquea*, *Neurolepis*, *Arthrostylidium*, *Aulonemia* y *Rhipidocladum*, que en total comprenden alrededor de 39 especies.

Los bambúes andinos en el Ecuador tienen actualmente una limitada utilización ya sea para cestería o para artesanías



4.



5.

de diferentes tipos (INBAR, 2011). Además sus raíces leptomorfas sirven para el control de la erosión y para la restauración de zonas degradadas. Estos bambúes no han tenido importantes logros de investigación en el campo de la construcción, por lo que su uso ha sido limitado a la arquitectura tradicional como estructura interna del bahareque, cielos rasos de camas de carrizo, follaje de las cubiertas, entre otros (Yang et al, 2010). Su principal utilización es servir de alimento al ganado de la región y para el mantenimiento del equilibrio hídrico sostenible, asegurando las riberas de algunos ríos (Ezpeleta, 2004).

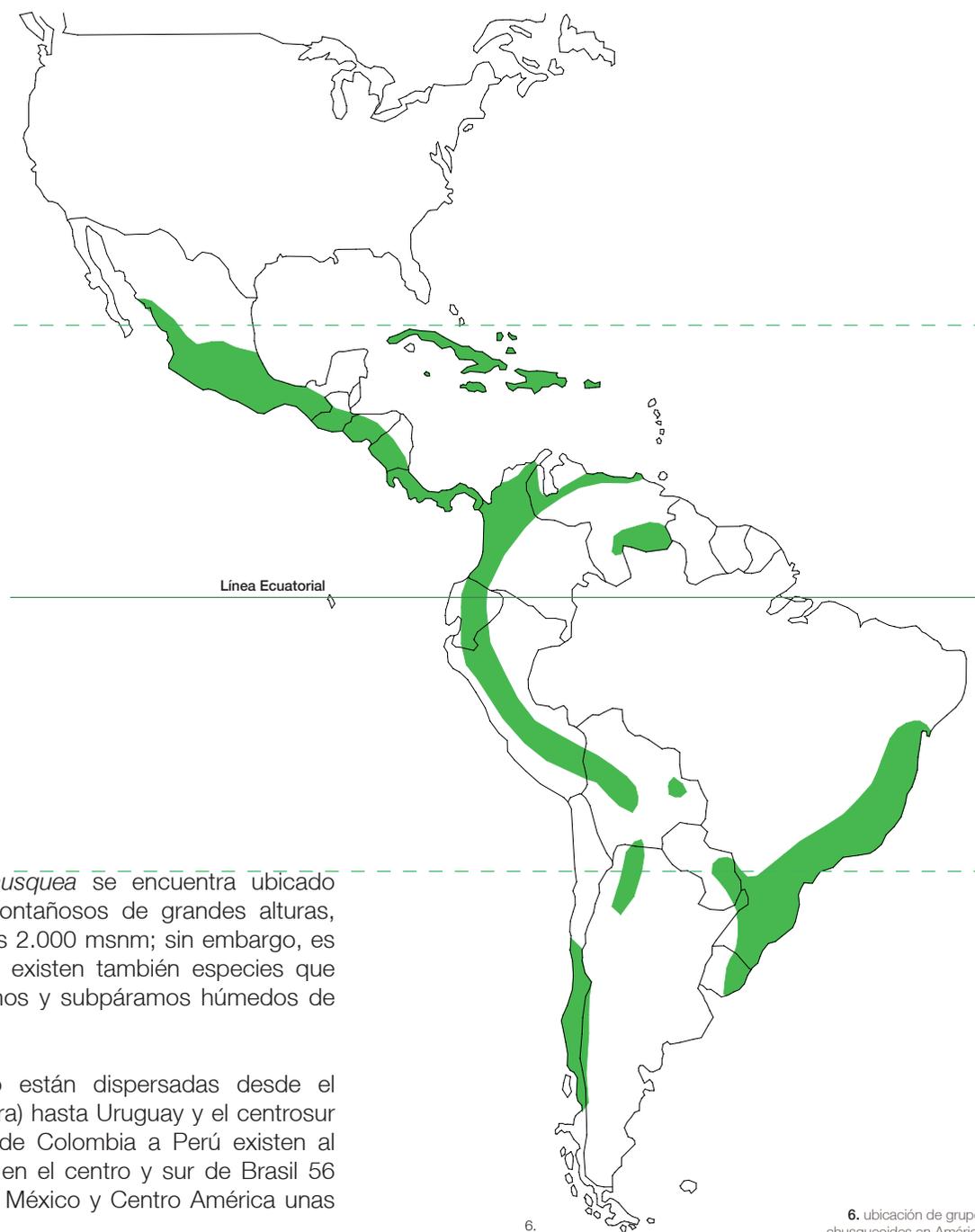
4. bambú chino pleioblastus.  
5. bambú chino semiarundinaria.

página anterior  
3. bambu chino, phyllostachys.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.3 Chusquea

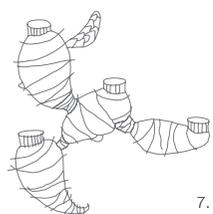


El bambú del género *Chusquea* se encuentra ubicado en terrenos irregulares, montañosos de grandes alturas, aproximadamente sobre los 2.000 msnm; sin embargo, es importante mencionar que existen también especies que se desarrollan en los páramos y subpáramos húmedos de nuestro continente.

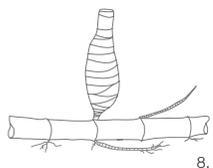
Especies de este género están dispersadas desde el Noroeste de México (Sonora) hasta Uruguay y el centrosur de Argentina y Chile. Desde Colombia a Perú existen al menos unas 75 especies, en el centro y sur de Brasil 56 especies, mientras que en México y Centro América unas 35 especies.

6. ubicación de grupos chusqueoides en América.

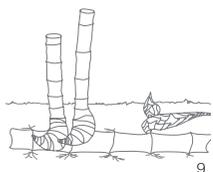
## raíces



7.



8.

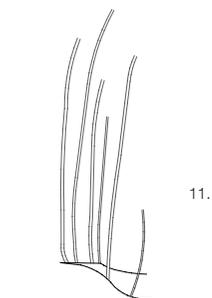


9.

## tallos



10.



11.



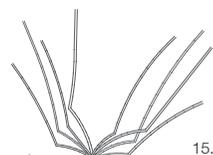
12.



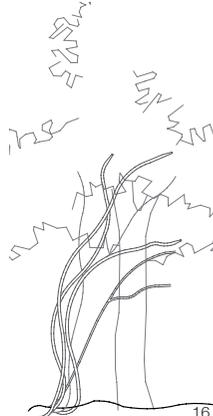
13.



14.

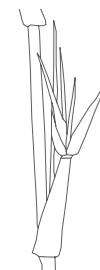


15.

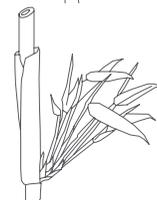


16.

## ramificaciones



17.



18.



19.

## Generalidades

Los bambúes del género *Chusquea* son extremadamente diversos, desde plantas de tamaños pequeñas a grandes, que suelen surgir de rizomas paquimorfos cortos, aunque algunas especies son conocidas por producir ya sea rizomas leptomorfos o anfidiales. Su tallo es recto, y a veces un poco caído; puede ser de muy pequeño y delicado a muy robusto. Tiene de 1 m a 18 m de altura y un diámetro entre 0,2 cm a 7 cm. Internamente, en su mayoría, son sólidos, aunque existen ejemplares de tallos internos huecos. La distancia entre nudos es aproximadamente de 40 cm a 50 cm (Judziewicz et al, 1999). Los brotes más pequeños se desarrollan primero y el más grande luego, inclusive a veces ni siquiera se desarrolla.

Las especies de este género están bien diferenciadas y normalmente presentan un tipo distinto de vaina y hoja. Las hojas de follaje son muy variables en este subgrupo, van desde pequeñas y agujadas, a extremadamente grandes y

con forma de cintas; la superficie interna de las hojas es de color uniforme.

La palabra *Chusquea* viene de la palabra Chusque, palabra utilizada por los indígenas en Colombia y en el Ecuador. Estas plantas son el género más diverso de bambú en el mundo con un estimado de 200 especies, las que se derivan de un ancestro común. Según Clark en 1995 - 1997, la razón por la que hay tantas especies es porque producen ramas frondosas, de manera que la superficie fotosintética se expande rápidamente, permitiéndoles competir eficazmente por la luz en su entorno forestal; éstas especies han ido evolucionando para ocupar los espacios disponibles en la topografía y climatológicamente en sistemas montañosos complejos e irregulares, donde se encuentran hoy.

7. Paquimorfo, se caracteriza por tener rizomas cortos y gruesos, con raíces en su parte inferior y yemas laterales en forma de semiesferas, que solo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos.

el desarrollo de los rizomas es radial, por lo cual los tallos aéreos se ven aglutinados formando manchas.

8. Leptomorfo, se caracterizan por tener rizomas en forma cilíndrica y sólida con diámetros de menor dimensión que los tallos que origina, en cada uno de los nudos del rizoma existe una yema, que una vez que se activa, puede generar un nuevo rizoma o un nuevo tallo. los rizomas se ramifican lateralmente; debido a esta circunstancia, los tallos se ven separados.

9. Anfidial, se caracteriza porque presenta una ramificación combinada entre las dos primeras, pero en una misma planta.

10. tallo arqueado.

11. tallos rectos.

12. tallos rasteros expandidos.

13. estrecho grupo de tallos rectos.

14. tallos ergidos y arqueados en los ápices.

15. tallo decumbente.

16. tallo trepador.

Existen tres tipos de ramificaciones (Judziewicz et al, 1999)

17. Intravaginal, son aquellas cuyas ramas crecen, más o menos, pegadas al tallo principal y salen del extremo de la hoja del tallo sin romper la vaina, haciendo que esta se separe del tallo por el peso de las ramas.

18. Extravaginal, se caracterizan porque las ramas crecen divergentes respecto al tallo principal y crecen a través de la hoja del tallo rompiendo la base de la vaina.

19. Infravaginal, una modificación de la extravaginal en la que el cinturón del nudo está bien desarrollado y las ramificaciones crecen horizontal o hacia abajo rompiendo el cinturón.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.3 Chusquea

#### Bosques chusqueoides

Debido a su gran diversidad de género, las especies de *Chusquea* se han subdivido en tres grandes grupos basados en su hábito, ramificación y hábitat. El hábito se refiere a la posición y crecimiento de los tallos en un bambú.

Estos tres grupos de *Chusquea* están subdivididos en subgrupos.

#### Subgénero *Swallenochloa* (Mcglure).

Las especies de este subgénero son arbustivas, se caracterizan por tener tallos largos y rectos con entrenudos relativamente cortos. Sus láminas foliares son generalmente rígidas y rectas, con ramificaciones intravaginales. Tienden a crecer en grupos densos. Esta especie crece en pastizales abiertos a grandes alturas, por lo que generalmente están adaptadas a condiciones frías. La mayoría de estas especies

crecen en América Central, Los Andes y en el Sureste de Brasil. Los intentos por cultivar especies de este subgénero han fracasado probablemente por la temperatura inadecuada de su hábitat.

#### Subgénero *Rettbergia* (Raddi)

Los bambúes de éste subgénero por lo general son pequeños, con ramificaciones infravaginales. Se ubican en alturas medias, aproximadamente entre los 1500 metros. Se conocen 19 especies y se las encuentra principalmente en Brasil y unas pocas especies en los Andes (*Judziwicz et al, 1999*). Representan las especies más “ancestrales” dentro del género *Chusquea*.

#### Subgénero *Chusquea*

Se caracterizan por tener tallos trepadores y numerosas ramas por nudo; es el único subgénero en el que se ha



20.



21.

confirmado la presencia de un rizoma amphimorfo. Por ser una división bastante numerosa se han agrupado las especies en cinco secciones: *Chusquea*, *Longifilliae*, *Longiprophyllae*, *Serpentes*, *Verticillatae* (Cooper, 2007).

La sección *Chusquea* se caracteriza por tener ramificaciones extravaginales, mientras que las secciones *Longifilliae*, *Longiprophyllae* y *Serpentes* tienen ramificaciones infravaginales. Por otro lado, en la sección *Verticillate* no se puede especificar el tipo de ramificaciones por tener afinidades inciertas (Cooper, 2007). Varias especies de esta sección, se sabe que son colonizadores agresivos de bosques montañosos, entre las que se encuentran ciertas especies no descritas en el Ecuador.

## Chusquea en Ecuador

Se estima que 30 especies de *Chusquea* incluidos los representantes de la *Chusquea* subgénero *Swallenochloa*

(*McClure*) L. Clark G. y *Chusquea* subgénero *Chusquea*, son conocidos en el Ecuador. Al hablar de *Chusquea* solían referirse a plantas de tallos pequeños; pero en 1982 se descubrió una especie de *Chusquea* que se la catalogó como La *Chusquea Robusta*. La característica más notable de esta nueva especie es su tamaño. Cuando se la vio por primera vez, parecía desde la distancia, ser una *Guadua Kunth*. Con una observación más detallada, se hizo evidente que era una *Chusquea Kunth*, pero con tallos de 7 cm de diámetro (Parsons, 1991). Esta especie está dentro de la sección *Chusquea*, en nuestro país la encontramos en elevaciones de entre los 2000 y 2100 m (Parsons, 1991)

Hasta la fecha, las más grandes de las especies descritas de *Chusquea* eran *C. pittieri* Hack. y *C. antioquiensis* L. Clark G. & Londoño, los cuales pueden llegar a medir unos 5,5 cm de diámetro, pero esta nueva especie de bambú es ahora la poseedora del récord.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.3 Chusquea

#### Chusquea en Azuay

Los habitantes de la zona de Cuenca, que tienen por oficio tejer comúnmente usando carrizo, no conocen plantas del género *Chusquea* como tal, sino con su nombre común, suro; aún con este nombre es muy difícil de ubicarlo. En Zhindiling en la provincia del Cañar, utilizan la especie *C. leonardiorum* para trabajos artesanales; esta especie pertenece al subgénero *Chusquea* y de las muestras que se han podido evaluar hasta el momento, tienen una sección de 1,5 cm de diámetro aproximadamente. Debido a que su ubicación se encuentra fuera de la provincia de Azuay, se ha decidido prescindir de este material.

En Pueblo Viejo, perteneciente al cantón Sigsig, se encontró un tipo diferente de *Chusquea*, de mayor sección que la anterior, perteneciente al subgénero *Chusquea*. A pesar de las diferencias morfológicas que presentan estos variados tipos de bambúes, los habitantes de la zona los conocen



22.

comúnmente con el nombre general de suro.

#### Cultivo, Cosecha y Preservación

##### Cultivo

El cultivo de las plantas pertenecientes al género *Chusquea* se desarrollan de forma casual y por sí sola. Se podría decir, que al igual que otras gramíneas como el césped, se asemeja a dicha forma de crecimiento en jardines. Las raíces se prolongan en la tierra y da lugar a un nuevo hijo, por lo que un bosque de *Chusquea* bajo tierra sería un entramado de raíces que se corresponden unas con otras. Si se plantea la posibilidad de un cultivo sistematizado, hay que tomar en cuenta que es una planta que crece a alturas mayores de 2. 800 msnm (Judziewicz et al, 1999). Además, no se podría contemplar la posibilidad de cultivarla recolectando las semillas debido a que el período de floración de esta



23.



24.

planta es bastante espaciado, alcanzando a veces algunos años.

### Propagación Vegetativa

Los métodos a utilizar cuando se trata de propagación vegetativa, varían mucho dependiendo el tipo de planta y de rizoma (sea éste paquimorfo o leptomorfo). Esta técnica utiliza diferentes tipos de propágalo, es decir, aquella parte de la planta (rizomas, tallo y/o hojas) que servirán como instrumento para la resiembra y propagación de la especie. De acuerdo al tipo de propágalo, los métodos pueden ser:

*Por división y trasplante directo*, entendiéndose como propágalo el rizoma, el tallo y la hoja.

*Propagación por rizoma y parte del tallo*, el propágalo comprende el rizoma y parte del tallo.

*Método de los chusquines*, siendo el propágalo aquellos retoños que crecen del rizoma. La ventaja de utilizar éste método es que resulta menos destructivo, debido a que se utilizan pocos culmos con rizomas que son llevados posteriormente al vivero en bolsas plásticas. Sometidos a un periodo parcial de sombra y alta humedad, luego de unas cuantas semanas están listos para ser trasplantados al exterior.

### Cosecha

La planta tiene varios nudos, los cuales serán denominados nudos comunes. De los nudos salen ramas muy delgadas y de éstas se desarrollan las hojas; pero existen uno o dos nudos en cada planta que son mucho más grandes, los cuales se denominan nudos mayores. Generalmente podemos encontrar entre 7 a 10 nudos comunes antes de llegar al nudo mayor (*Judziewicz et al, 1999*). Para trabajos manuales no se utiliza esta parte de la planta, es por esto

23. nudo de chusquea joven.  
24. chusquín.

pagina anterior.  
22. tallo de chusquea seccionado.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.1 Bambúes

### 1.1.3 Chusquea

que mientras más extensión de tallo exista hasta este nudo mayor, tendremos más material de trabajo útil.

Una característica peculiar de estas plantas es que cuando el bambú no ha alcanzado la madurez suficiente para ser cortada, sus nudos se tornan brillosos. Es necesario, que éstos presenten una coloración amarilla para garantizar la calidad del material. Este es considerado un método empírico que los artesanos usan frecuentemente para reconocer la madurez de la planta y el momento apto para la cosecha.

El diámetro de los tallos varía a lo largo de la planta. Al igual que en cualquier otra madera, la parte que está más próxima al suelo, por lo general, es de sección más ancha y va disminuyendo de espesor conforme se acerca a la punta. Las muestras que se obtuvieron tienen alrededor de 3 cm de diámetro, sin embargo se trataban de plantas jóvenes debido a la coloración de sus nudos. Se estima que una vez alcanzadas la madurez vegetal, pueden llegar a secciones

de 5 cm de espesor o más.

## Preservación

La manera más conveniente para preservar el material cosechado, es exponerlo al aire libre durante 3 días aproximadamente para permitir un secado adecuado. Posteriormente, se divide el tallo en dos partes y se sumerge en agua durante 2 días. Luego, se secan nuevamente las partes y se procede a laminar. Una vez, que el material está laminado, se puede almacenar por tiempo indefinido. Este es un proceso tradicional llevado a cabo a lo largo del tiempo.

Además del método de almacenamiento en agua, también se cuenta con otros muy comunes como el curado en mata, que consiste en avinagrar el tallo durante 15 o 20 días. Otros tratamientos como el de calor también son efectivos, ya sea este con soplete o sumergiendo en baño



25.

26.

de aceite a 210°C durante 2 horas. También se conocen métodos de tratamiento con químicos preventivos, como el de inmersión en sales de boro (ácido bórico y bórax), que proveen condiciones antisépticas; método Boucherie (con sustancias de buena solubilidad); método por Difusión Vertical (pueden ser utilizadas también sales de boro); lavado con cal [Ca(OH)<sub>2</sub>]. En países centroamericanos es común someter al tallo a una solución de soda caústica al 1% durante 30 minutos o una solución de carbonato de sodio durante 60 minutos (Villacís, 2009).

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.2 Arundo

### 1.2.1 Arundo Donax

Las plantas de éste género son gramíneas y se caracterizan por ser cañas duras y generalmente huecas. Proviene de la familia *Arundinoideae*, pertenecientes a una tribu llamada *Arundineae*, la cual se caracteriza por tener tallos leñosos y medir más de 1,5 m de altura. Crecen en diversos tipos de suelos, arenas, arcillas y hasta gravas, de preferencia húmedos (*Dudley, 1998*). Como gran ventaja, presentan una característica perenne, pues toleran los cambios de tiempo durante lo largo del año, haciéndola una planta resistente a diversos tipos de clima y eliminando la necesidad de sembrar para propagar la especie.

El género *Arundo* se divide en 13 especies, de las cuales 6 están difundidas alrededor de los cinco continentes en zonas cálidas. Su origen se rastrea a la región oriental. En relación a otras gramíneas, es el género con mayor propagación en toda la región mediterránea.



27.

## Descripción General

De las seis especies más conocidas de éste género y con mayor extensión, se destaca el *Arundo donax*, llamada comúnmente como caña o carrizo.

A pesar de ser una planta introducida en la región del Austro, se adapta bastante bien al entorno, buscando zonas húmedas como orillas de los ríos y sitios con alto nivel freático (*Dudley, 1998*). Se la encuentra también en humedales. Una característica especial es que se puede adaptar a cualquier tipo de suelos.

En algunos países el carrizo se ha propagado de manera agresiva, siendo considerada en varios ecosistemas como una maleza. En varios lugares se trata generalmente de atacar su desarrollo con el uso de químicos o arrancándola manualmente. Sin embargo, muchos de los métodos utilizados para su erradicación fallan debido al sistema de reproducción de la planta, de tipo simple y eficaz, que le permite competir fácilmente por el espacio con plantas



28.

nativas. A diferencia de países como México, Estados Unidos o España, en Ecuador el crecimiento de esta planta no representa una amenaza tan severa para otros cultivos. Los habitantes de la zona ecuatorial la han acogido para diversos usos prácticos, como la elaboración de instrumentos de viento, incluso levantamiento de estructuras en la arquitectura tradicional de tierra. Actualmente, se encuentran sembríos de carrizo, debido a que la demanda en el mercado local va aumentando.

A pesar de encontrarla en zonas frías y altas de la provincia del Azuay, su cultivo no sobrepasa los 2.000 m de altura (FONDEF, 2003). El *A. donax* es una planta que no tiene la necesidad de ser sembrada, puede vivir por varios años, incluso después de cosechada; los rizomas que se mantengan dentro de la tierra continuarán creciendo en grupos apretados llamados cañaverales. Estos se convierten en la única vegetación densa capaz de ofrecer abrigo a la fauna. Apta para retener sedimentos, con sus propios restos vegetales compacta el suelo hasta convertirlo en tierra firme,

y actúa como filtro purificador de agua.

## Forma de la planta

A diferencia del bambú, sus nudos emiten una sola hoja que envaina al tallo. El carrizo cuenta con un tallo cilíndrico y hueco en el interior, que logra alcanzar en ocasiones los 6 m de altura y 4 cm de diámetro. Con entrenudos igualmente huecos, sus hojas son afiladas en los márgenes y miden aproximadamente 5 cm de ancho y su largo oscila entre los 30 cm y 60 cm, muy parecidas a las hojas del maíz. Las flores se encuentran en una panícula que puede alcanzar hasta 1 m de largo (Dudley, 1998). A pesar de que las semillas producidas por estas flores parecen no ser fértiles, son responsable de las reproducción de la planta y de almacenar sus nutrientes; cuenta con rizomas largos y rastreros de apariencia nudosa y espesa. El carrizo crece en sentido lateral entretejiendo sus raíces y permitiendo brotes, cuya capa de rizomas pueden alcanzar hasta 1 m de espesor.

28. culmos de arundo donax maduro. Santa Isabel, Azuay Ecuador.

página anterior  
27. ramificación de arundo donax.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.2 Arundo

### 1.2.1 Arundo Donax

#### Zonas habitadas

Varios estudios centran su punto de origen en Asia, pero desde tiempos remotos ha ido colonizando diversas regiones mediterráneas, extendiéndose a zonas más distantes como América y parte del África. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, está incluida entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo.

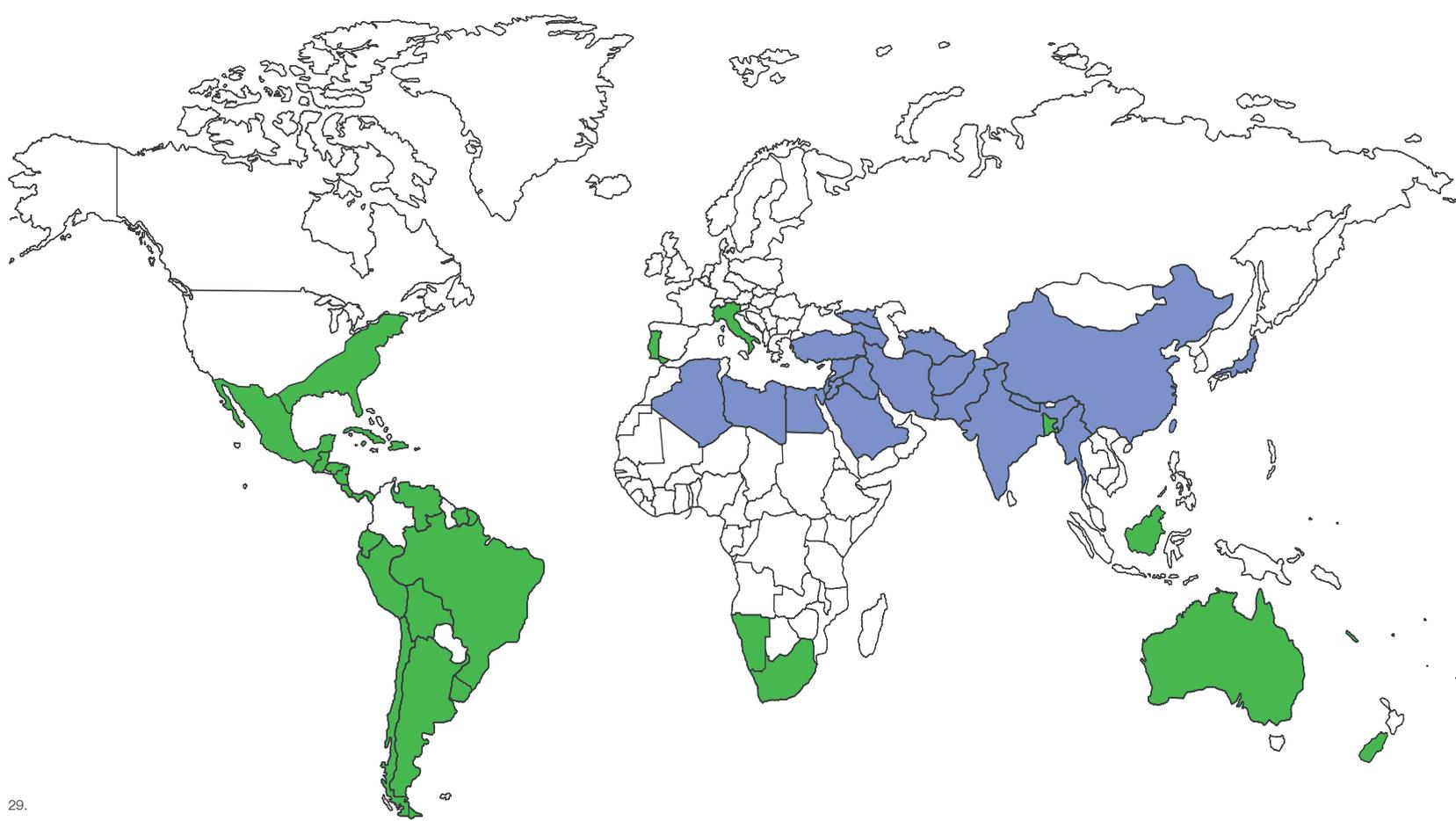
Por medio de la Base de Datos Global sobre Especies Invasoras, se ha podido elaborar una lista de países donde esta planta es nativa: Afganistán, Argelia, Azerbaiyán, China, Chipre, Egipto, Georgia, India, Indochina, Irán, Irak, Israel, Japón, Jordania, Líbano, Libia, Myanmar, Nepal, Pakistán, Arabia Saudita, Siria, Taiwán, Túnez, Turquía, Turkmenistán, Ucrania, Uzbekistán.

Gracias a su capacidad de adaptarse con gran facilidad a diversos climas diferentes entre sí, se la puede encontrar también de manera introducida en países como: Argentina,

Australia, Bangladesh, Bermudas, Bolivia, Brasil, Islas Caimán, Chile, Islas Cook, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Fiji, Polinesia Francesa (Polinesia Francesa), Gibraltar, Guatemala, Haití, Indonesia, Italia, Kiribati, México, Micronesia, Namibia, Nauru, Nueva Caledonia (Nueva Caledonia), Nueva Zelanda, Nicaragua, Isla Norfolk, Palau, Perú, Portugal, Samoa, Sudáfrica, Suriname, Swazilandia, Tonga, Estados Unidos (EE.UU.), Uruguay, Venezuela.

#### Carrizo en el Azuay

En Ecuador y en Sudamérica, esta planta ha tenido una acogida positiva por distintas colonias. Es frecuentemente utilizada en la arquitectura tradicional de tierra como estructura o en camas de carrizo para cubiertas, estructuras para cielos raros en estuco. Sirve también como herramienta vital para ciertos trabajos manuales típicos de zonas específicas. En el Azuay, por ejemplo, es fácil encontrar sembríos de carrizo para la venta.



29. mapa mundi\_Zonas de Ubicación de arundo donax.

■ nativo.  
■ introducido.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.2 Arundo

### 1.2.1 Arundo Donax



30.

## Cultivo, Cosecha y Preservación

### Cultivo

El cultivo de especies de éste género se realizan a través de una porción de rizoma. El rizoma, conocido como un tallo subterráneo, es el responsable del crecimiento de tallos aéreos (conocidas comúnmente como cañas), y la difusión de raíces. El material para la propagación debe sembrarse en líneas cada 10 m. Si el rizoma es sembrado a una profundidad adecuada y se mantiene una constante humedad, su desarrollo será garantizado. Sin embargo, en muchas zonas se ha podido evidenciar el crecimiento de carrizo sin necesidad de sistemas ordenados de siembra.

### Cosecha

Debido a que el crecimiento del carrizo es casual, los campesinos han acostumbrado a arrendar tierras con un gran número de especies listas para ser cosechadas. La

cosecha depende mucho del uso al que va a ser destinado el material; si el propósito es la cestería, se podrían cosechar carrizos de temprana edad (6 meses), debido a la capacidad del tallo joven de descascararse y deformarse con facilidad.

Si fuese destinado para la construcción, entonces se recomendaría esperar uno o dos años antes de cosechar, permitiendo que el culmo se vuelva más resistente. Al contrario de lo que muchas personas piensan, se conoce el momento en el que el carrizo debe ser cosechado, no por el grosor del tallo sino por el color del mismo. Los tallos de color verde son aún tiernos, mientras que los tallos de coloración amarillenta han alcanzado ya la madurez.

El corte del tallo debe realizarse aproximadamente unos 2 cm o 3 cm del rizoma. Posteriormente, se deshoja (FONDEF, 2003); en el mercado local se tiende a dejar las hojas de la ápice para que el comprador tenga la certeza de que se trata de carrizo, también sirve como control para detectar el tiempo de almacenamiento después de la cosecha. La



31.

venta se la realiza, generalmente, en atados de 50 carrizos de distintos grosores.



31. arundo donax.  
Santa Isabel, Azuay.

página anterior  
30. brote de arundo donax.  
Santa Isabel, Azuay.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.3 Silvicultura

## 1.4 Preservación General

### Silvicultura

La cosecha del suro y el carrizo ha sido realizada, a lo largo del tiempo, sin aplicación de tratamientos silviculturales. No ha sido extraída para fines comerciales, sino por cuestiones de control de malezas o limpieza de áreas ganaderas. El objetivo de implementar sistemas adecuados de corte es mantener equilibrada la vida del bosque chusqueoide y de los cañaverales, protegiendo el rizoma. El manejo adecuado del suelo, posterior a la cosecha, permitiría garantizar la condición genética de los culmos y aumentar la productividad de los sembríos.

Para cortar los culmos se debe asegurar, previamente, que la planta haya alcanzado el grado de madurez adecuado. Como se ha detallado anteriormente, el reconocimiento del grado de madurez es visual, esperando siempre una coloración amarillenta. También se puede esperar a que pierda todas sus vainas, como es el caso del suro. Extraer una planta inmadura trae como consecuencia una mayor



32.

pérdida de agua en el tratamiento de secado, deformándola o contrayéndola; además altera la continuidad de la especie pues altera directamente al rizoma (FONDEF, 2003). Finalmente, es importante identificar los culmos rectos, anchos y más sanos antes de realizar la cosecha.

### Preservación General

En los centros de acopio donde se almacenan cañas de bambú en China, es habitual observar que el material sea sometido a un baño con agua hirviendo después de ser recibido. En algunos casos se aplica además un baño con agua oxigenada como tratamiento de blanqueo para las cañas (Yang et al, 2010). En Colombia, es frecuente la ejecución de tratamientos sanitarios sobre la base de aplicación de humo, que consiste en ingresar el material cortado en grande ahumadores; éste tratamiento brinda excelentes resultados, sin embargo tiende a modificar, en muchas ocasiones, el color natural de las cañas (Parsons, 1991).



33.

La selección del tipo de tratamiento que se utilice para la preservación del bambú, dependerá estrictamente del uso final que se le dé al material y los recursos económicos disponibles. Si fuese necesario utilizar tratamientos para el control de insectos se podría implementar sustancias como Lindane, Cypermethrin o Deltamethrin. Para el control de hongos, también se podrían utilizar Cloruro de Zinc y Sulfato de Cobre (Bonilla, 2011).



33. arundo donax preparado para la venta. Santa Isabel, Azuay.

página anterior  
32. rizoma de arundo donax.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.5 Propiedades Generales

Si bien al carrizo y al suro se les han dado usos continuos pero de manera artesanal en elementos de cestería, muebles y muy vanalmente en la construcción, aún no se ha realizado ningún estudio sobre las propiedades físicas de éstos materiales. Es obvia esta carencia, pues a nadie le ha interesado aprovechar a estos elementos de otra manera que no sean las existentes.

El presente proyecto pretende sacarles provecho de una manera muy diferente a las actuales; siendo de suma importancia conocerlos en sus propiedades físicas. Para ello se ha realizado una serie de ensayos los cuales ayudan a entender claramente su comportamiento ante esfuerzos de diversa índole.

Los ensayos que se realizaron fueron tres: de compresión, corte y flexión. Con estos tres podemos entender el comportamiento de los materiales y obtener un módulo de elasticidad que permita sacar conclusiones y así saber cómo se los puede usar de una mejor manera.

### Datos Generales de los ensayos

Las probetas para cada uno de los ensayos se obtuvieron a partir de culmos de edades mayores a los 2 años; procedentes, en el caso de la *Chusquea* de los sectores de Molleturo (3076 m.s.n.m.) y del Sigsig (2684 m.s.n.m.); y en el caso del carrizo, de Gualaceo (2370 m.s.n.m.) y de Santa Isabel (1600 m.s.n.m.).

En cada uno de estos sectores, en los manchones de plantas de cada uno de éstos materiales, se realizó el procedimiento descrito en el documento NTC 5525 que consiste en la identificación del bosque, la selección del culmo para corte, la medición y marcación del nudo más próximo, localizado a un metro a partir del rizoma. (*Anexo 1*)

El lugar en el que se realizaron los ensayos fue el Laboratorio de Sólidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), se utilizó una Máquina Universal de Ensayos

INSTRON. Para cada uno de éstos se utilizaron 12 probetas de cada material. Cada probeta fue estabilizada hasta obtener un contenido de humedad del 12%, para ello se utilizó un horno a una temperatura de 105 grados.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.5 Propiedades Generales

### 1.5.1 Ensayo Compresión



34.



35.



36.



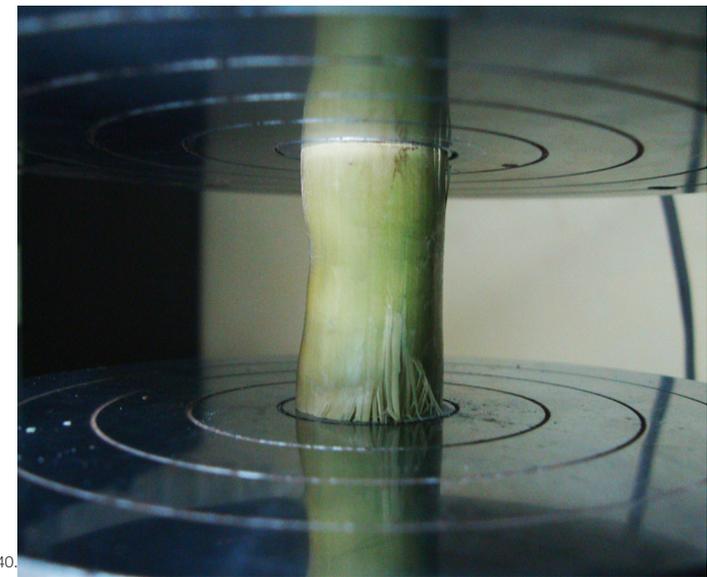
37.



38.



39.



40.

Los Ensayos se realizaron el 24 de Marzo del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 1mm/min.

De acuerdo a la norma mencionada, se deben extraer probetas de la parte superior, media e inferior de cada culmo a ensayar. Los cortes deben ser planos y perpendiculares al eje de la probeta. Las probetas deben tener una altura igual a su diámetro, y en caso de que el diámetro sea menor a 20 mm, la altura será dos veces el diámetro.

Luego de realizado el ensayo, y llegar a la carga de falla, las probetas fracasaron por aplastamiento (fig 36), por corte con la presencia de fisuras diagonales (fig 37), por tensión perpendicular a la fibra con presencia de fisuras paralelas a la fibra (fig 38) y en uno que otro caso con una combinación de todas (fig 39).

En el caso del carrizo, al ser un material más débil, existe en mayor número la combinación de todas las fallas. (para datos de norma y cálculos de el ensayo, Ver Anexo 2)

TABLA 2

ENSAYO COMPRESION CARRIZO										
Probeta	Diámetro Interno (cm)	Diámetro Externo (cm)	Pared (cm)	Longitud (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)
Co1	1,997	1,385	0,612	3,748	3,486	327	42	93,79	9,38	609,76
Co2	2,836	2,128	0,709	3,976	6,316	498	62	78,85	7,88	419,87
Co3	2,532	1,858	0,675	3,883	5,166	475	41	91,95	9,20	687,81
Co4	2,340	1,565	0,775	4,105	4,894	457	51	93,37	9,34	462,97
Co5	2,752	2,120	0,632	3,937	5,769	452	44	78,35	7,84	510,76
Co6	2,098	1,570	0,528	3,815	3,468	206	30	59,40	5,94	553,41
Co7	1,928	1,503	0,425	3,954	2,739	449	56	163,91	16,39	902,15
Co8	2,070	1,528	0,543	3,845	3,445	565	85	164,00	16,40	450,73
Co9	2,159	1,555	0,604	3,878	3,863	498	69	128,92	12,89	428,60
Co10	1,929	1,435	0,494	3,851	2,959	274	51	92,59	9,26	442,43
Co11	2,520	1,925	0,595	3,891	4,878	522	62	107,02	10,70	605,33
Co12	1,831	1,440	0,391	3,779	2,422	414	74	170,95	17,09	561,74
							<b>Promedio</b>	<b>110,26</b>	<b>11,03</b>	<b>552,96</b>

TABLA 3

ENSAYO COMPRESION CHUSQUEA									
Probeta	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)	
CoC1	1,801	4,079	2,548	641	73	251,62	25,16	1200,87	
CoC2	1,543	3,835	1,870	725	57	387,62	38,76	2721,85	
CoC3	2,030	4,026	3,237	622	55	192,18	19,22	1498,92	
CoC4	--	--	--	--	--	--	--		
CoC5	1,699	4,021	2,268	596	57	262,82	26,28	2031,10	
CoC6	1,569	4,020	1,933	572	62	295,84	29,58	1710,86	
CoC7	1,842	3,905	2,663	674	62	253,06	25,31	1313,70	
CoC8	1,712	4,096	2,301	672	58	292,10	29,21	2189,88	
CoC9	1,819	4,171	2,597	633	59	243,72	24,37	1374,33	
CoC10	1,743	3,980	2,385	682	73	285,92	28,59	1234,75	
CoC11	1,750	3,951	2,406	886	60	368,27	36,83	2490,26	
CoC12	1,532	4,015	1,844	842	68	456,66	45,67	3244,52	
						<b>Promedio</b>	<b>299,07</b>	<b>29,91</b>	<b>1910,09</b>

nota. las celdas en blanco se refiere a un error de registro de la máquina de ensayos.

página anterior  
 34. probetas de carrizo.  
 35. probetas de suro.  
 36, 37, 38, 39. probetas  
 esayadas.  
 40. carrizo durante el ensayo.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.5 Propiedades Generales

### 1.5.2 Ensayo Flexión



41.



42.



43.



44.

Los Ensayos se realizaron el 25 de Marzo del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

Para este ensayo, se trabajó con culmos enteros, cuyas medidas están dentro de lo que indica la norma. La norma indica que para que se cumpla el ensayo de flexión, la distancia entre apoyos tiene que ser de al menos 30 veces el diámetro. El promedio de diámetros de los materiales es de 1.90 cm, por lo que la distancia entre apoyos fue de 60

cm.

La máquina para este ensayo no corresponde a la indicada en la norma, la usada no consta de dos apoyos superiores sino únicamente de uno. Debido a este imprevisto, se tuvo mucho cuidado al momento de realizar los ensayos, para garantizar que los resultados sean netamente de flexión y no algún esfuerzo causado por un punzonamiento.

TABLA 4

ENSAYO FLEXION CARRIZO													
Probeta	Diámetro Externo (cm)	Diámetro Interno (cm)	Pared (cm)	Longitud (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)	Deflexión (cm)	Modulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo de Elasticidad (Mpa)
F1	2,285	1,765	0,520	50,7	3,940	9	142	1,72	119,63	11,96	1,18	5202,16	520,22
F2	1,946	1,415	0,531	50,4	3,114	15	159	1,01	99,93	9,99	1,33	13157,89	1315,79
F3	1,656	1,088	0,568	52,8	2,638	--	--	--	--	--	--	--	--
F4	2,060	1,563	0,497	50	3,276	--	--	--	--	--	--	--	--
F5	2,448	1,915	0,533	49,9	4,459	29	115	2,21	528,57	52,86	0,96	16172,22	1617,22
F6	2,583	1,913	0,670	50,2	5,316	48	142	3,06	1278,50	127,85	1,18	15651,62	1565,16
F7	1,751	1,393	0,358	50,9	2,158	16	124	0,55	52,33	5,23	1,03	32984,25	3298,43
F8	2,113	1,61	0,503	50,3	3,427	18	109	1,30	166,54	16,65	0,91	18007,03	1800,70
F9	1,836	1,458	0,378	50,3	2,393	11	170	0,67	45,80	4,58	1,42	13623,82	1362,38
F10	1,884	1,425	0,459	49,8	2,747	16	105	0,83	84,49	8,45	0,88	25949,89	2594,99
F11	2,718	2,088	0,630	50,1	5,649	47	135	3,49	1506,69	150,67	1,13	14095,42	1409,54
F12	1,333	0,943	0,390	49,8	1,574	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Promedio</b>									<b>431,39</b>	<b>43,14</b>		<b>17204,92</b>	<b>1720,49</b>

TABLA 5

ENSAYO FLEXION CHUSQUEA											
Probeta	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)	Inercia (cm <sup>4</sup> )	Deflexion (cm)	Modulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo de Elasticidad (Mpa)
F1	1,880	50,00	2,777	42	136	15,13	1,51	1,23	1,13	35601,73	3560,17
F2	1,716	50,18	2,313	--	--	--	--	--	--	--	--
F3	2,012	49,95	3,179	52	177	16,36	1,64	1,61	1,48	25833,75	2583,37
F4	1,850	44,30	2,687	55	136	20,47	2,05	1,15	1,13	49805,32	4980,53
F5	1,528	50,21	1,834	33	206	18,00	1,80	0,54	1,72	42346,99	4234,70
F6	1,670	50,20	2,189	36	148	16,45	1,64	0,76	1,23	45119,51	4511,95
F7	1,743	50,16	2,386	74	181	31,01	3,10	0,91	1,51	63831,18	6383,12
F8	1,663	49,80	2,171	45	211	20,73	2,07	0,75	1,76	40230,25	4023,02
F9	1,815	50,10	2,587	39	98	15,07	1,51	1,07	0,82	52844,68	5284,47
F10	1,669	50,30	2,186	26	81	11,89	1,19	0,76	0,68	59683,29	5968,33
F11	1,886	49,80	2,795	42	100	15,03	1,50	1,24	0,83	47805,24	4780,52
F12	1,974	49,96	3,060	63	124	20,59	2,06	1,49	1,03	48236,47	4823,65
<b>Promedio</b>						<b>18,25</b>	<b>1,82</b>			<b>46485,31</b>	<b>4648,53</b>

nota. las celdas en blanco se refiere a un error de registro de la máquina de ensayos.

página anterior.

41. probetas de suro.

42. probetas de carrizo.

43. probetas de suro durante el ensayo.

44. probeta de carrizo durante el ensayo.

1.  
Conocimiento y  
caracterización de Suro  
y Carrizo

1.5  
Propiedades Generales

1.5.3  
Ensayo Corte



45.

Los Ensayos se realizaron el 24 de Marzo del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

De igual manera según la norma mencionada en un inicio, se deben extraer probetas de la parte superior, media e inferior de cada culmo a ensayar, con la variante de que el 50 % de las probetas tendrán nudo, y el 50 % serán de los entrenudos.

Las caras superiores e inferiores deben estar en ángulo recto con la longitud, es decir las superficies deben estar planas. En éste ensayo existen unos cambios en relación a la norma, cambios que la misma norma permite, y que bajo la supervisión de un ingeniero afin al tema, fueron aprobadas. El primer cambio se da en la medida y forma de las probetas,



46.



47.

para este ensayo la norma plantea que la longitud debe ser la misma que el diámetro, pero debido a que las secciones del suro y del carrizo son pequeñas, se pudo trabajar con una medida el doble del diámetro al igual que para el ensayo de compresión. En lo que respecta a la forma, en la norma se plantea una probeta cilíndrica y con las caras totalmente planas, pero debido a los instrumentos a usar para este ensayo, en la cara superior de las probetas se debe hacer un destaje, el cual permitirá que el ensayo de corte se produzca adecuadamente.

El segundo cambio está en la maquina a usar, máquinas del tipo indicado en la norma no existen en el país, es por eso que se usaron los implementos que en éste laboratorio usan para los ensayos de corte.

TABLA 6

ENSAYO CORTE CARRIZO									
Probeta	Diámetro Interno (cm)	Diámetro Externo (cm)	Pared (cm)	Longitud (cm)	Área Longitudinal (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
EK1	2,145	1,503	0,643	3,688	4,741	--	--	--	--
EK2	2,450	1,868	0,582	3,660	4,260	60	7	14,08	1,41
EK3	2,134	1,468	0,666	6,698	8,924	91	10	10,20	1,02
EK4	2,276	1,678	0,599	3,738	4,474	126	11	28,16	2,82
EK5	2,297	1,535	0,762	3,919	5,973	123	12	20,59	2,06
EK6	2,231	1,485	0,746	3,779	5,638	163	14	28,91	2,89
NK1	2,478	1,805	0,673	3,889	5,235	150	24	28,66	2,87
NK2	2,103	1,573	0,531	3,798	4,030	134	27	33,25	3,33
NK3	2,097	1,578	0,520	3,928	4,081	174	32	42,63	4,26
NK4	2,686	1,708	0,979	3,825	7,486	234	34	31,26	3,13
NK5	2,015	1,280	0,735	3,954	5,812	155	19	26,67	2,67
NK6	2,741	1,748	0,994	3,792	7,535	245	25	32,52	3,25
							<b>Promedio</b>	<b>26,99</b>	<b>2,70</b>

TABLA 7

ENSAYO CORTE CHUSQUEA							
Probeta	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Área Sección (cm)	Carga máxima (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
EC1	1,731	3,720	6,439	221	17	34,32	3,43
EC2	1,851	3,812	7,054	305	23	43,23	4,32
EC3	1,675	3,630	6,080	439	26	72,20	7,22
EC4	1,980	3,910	7,743	446	29	57,60	5,76
EC5	2,023	3,912	7,914	443	32	55,98	5,60
EC6	1,559	3,989	6,219	320	17	51,46	5,15
NC1	1,767	3,524	6,227	304	39	48,82	4,88
NC2	1,909	3,720	7,101	508	35	71,53	7,15
NC3	2,012	3,648	7,340	361	29	49,18	4,92
NC4	1,466	3,924	5,753	307	27	53,37	5,34
NC5	1,757	3,628	6,374	382	25	59,93	5,99
NC6	1,885	3,624	6,830	569	25	83,31	8,33
					<b>Promedio</b>	<b>56,74</b>	<b>5,67</b>

nota. las celdas en blanco se refiere a un error de registro de la máquina de ensayos.

página anterior.  
45. probetas de suro durante el ensayo.  
46. probetas de suro.  
47. probetas de carrizo.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.6 Inmunización



Los artesanos que trabajan tanto en suro como en carrizo, al momento de confeccionar las artesanías no emplean ningún tipo de proceso de inmunización, únicamente dejan secar al material y empiezan a trabajarlo.

Los ataques de hongos se empiezan a ver después de algún tiempo, por lo que si es necesario en el caso del presente proyecto, buscar algún método de inmunización que logre garantizar la vida de los tableros que se fabriquen.

Como se mencionó en el inicio, la gente no utiliza inmunizantes, por lo que es difícil obtener información sobre este proceso para aplicarlo, fue por eso que se tomó como base materiales parecidos, en este caso la Totorá y la Guadua.

Se realizaron tres métodos de inmunización, los tres mediante el proceso de inmersión.

### Primer Método:

- 100 partes de Agua.
- 1 de Borax.
- 1 de Ácido Bórico.
- 2 de Sulfato de Cobre.
- Inmersión 24 horas.



49.



52.



50.



53.



51.



54.

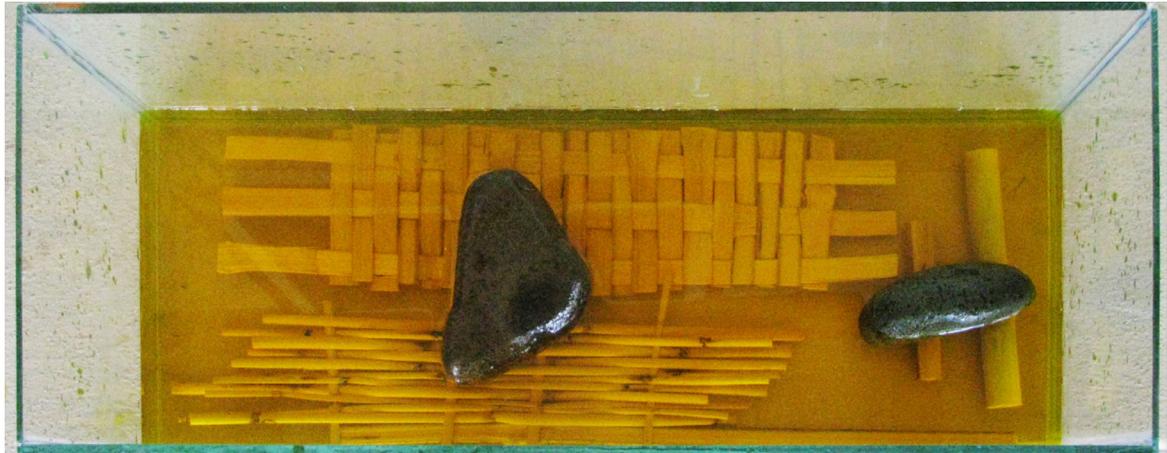
- 49. muestras de suro y carrizo antes del primer método de inmunización.
- 50. estera de carrizo antes del primer método de inmunización.
- 51. estera de suro antes del primer método de inmunización.
- 52. muestras de suro y carrizo después del primer método de inmunización.
- 53. estera de carrizo después del primer método de inmunización.
- 54. estera de suro después del primer método de inmunización.

página anterior  
48. muestras en primer método de inmunización.



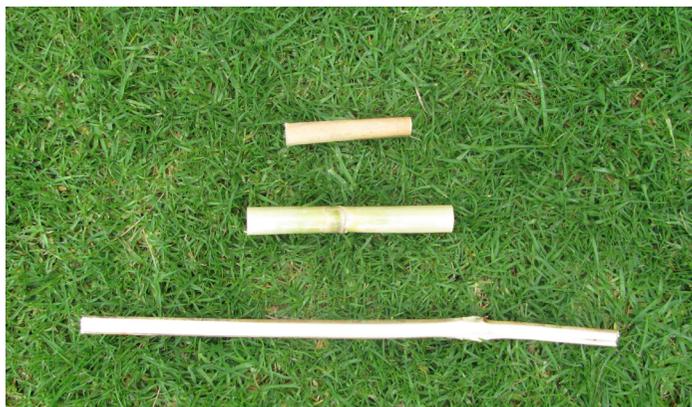
1.  
Conocimiento y  
caracterización de Suro  
y Carrizo

1.6  
Inmunización



Segundo Método:

- 100 partes de Agua.
- 1 de Borax.
- 1 de Ácido Bórico.
- 0,5 de Bicromato de Sodio.
- Inmersión 24 horas.



56.



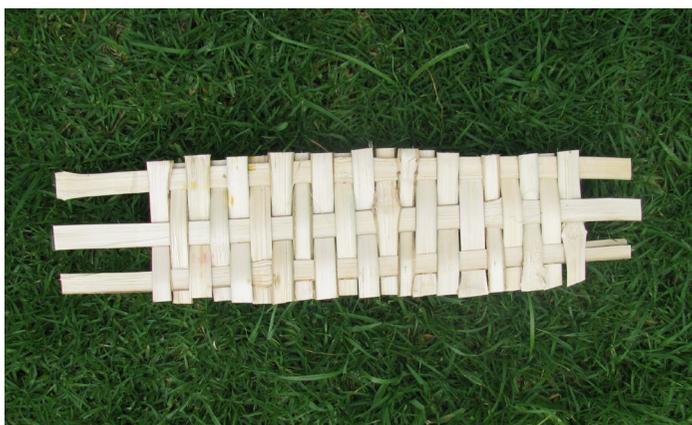
59.



57.



60.



58.



61.

- 56.** muestras de suro y carrizo antes del segundo método de inmunización.
- 57.** estera de carrizo antes del segundo método de inmunización.
- 58.** estera de suro antes del segundo método de inmunización.
- 59.** muestras de suro y carrizo después del segundo método de inmunización.
- 60.** estera de carrizo después del segundo método de inmunización.
- 61.** estera de suro después del segundo método de inmunización.

página anterior  
**55.** muestras en segundo método de inmunización.

# 1. Conocimiento y caracterización de Suro y Carrizo

## 1.6 Inmunización



### Tercer Método:

- 100 partes de Agua.
- 1 de Borax.
- 1 de ácido Bórico.
- Inmersión 24 horas.

### CONCLUSIONES

- Las conclusiones que se obtuvieron son las siguientes:
- Al Realizar el método 1 y 2, se produce un cambio de coloración en los materiales.
  - El Sulfato de Cobre y el Bicromato de Sodio son sustancias que afectan a las propiedades físicas de los materiales, produciendo en ellos una pérdida de elasticidad, reseándolos y haciéndolos muy frágiles.
  - El tercer método es el más acertado para usar como método de inmunización; pues no cambia la coloración de los materiales y no causa una pérdida en la elasticidad de los mismos. Este proceso es usado en la Guadua para la fabricación de tableros.



63.



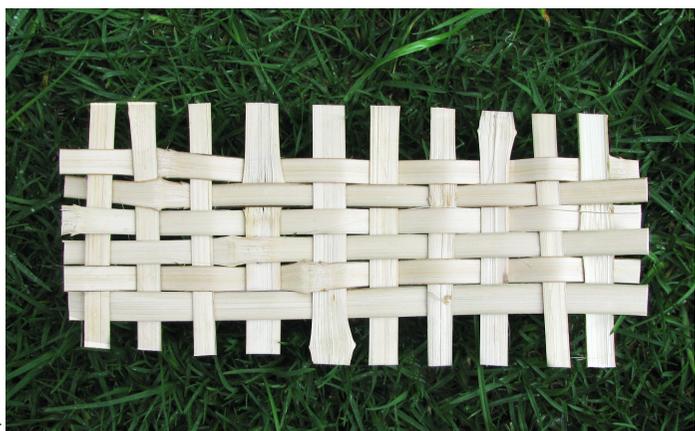
66.



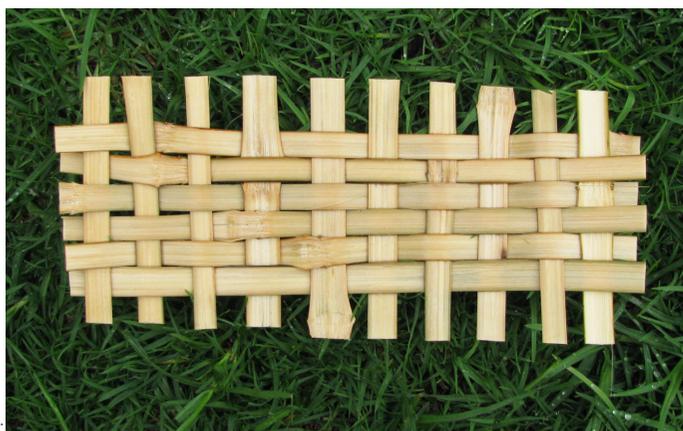
64.



67.



65.



68.

- 63. muestras de suro y carrizo antes del tercer método de inmunización.
- 64. estera de carrizo antes del tercer método de inmunización.
- 65. estera de suro antes del tercer método de inmunización.
- 66. muestras de suro y carrizo después del tercer método de inmunización.
- 67. estera de carrizo después del tercer método de inmunización.
- 68. estera de suro después del tercer método de inmunización.

página anterior  
62. muestras en tercer método de inmunización.

## Bibliografía.

BISQUETT, M. 2011. "El Bambú en Latino América". Publicado por Crea Chile, Innovación y Creatividad; Internet: [www.creachile.org](http://www.creachile.org); Acceso: 18 enero 2011.

CONTRERAS, Alberto. "Investigación sobre la distribución de la planta invasora Arundo donax (carrizo gigante) en la cuenca del río Bravo"; MX – 2007.

COBO, C. 2008. Edificios de Hierba. In Biodiversity Reporting Award 2009. Quito (EC); Internet: [www.biodiversityreporting.org](http://www.biodiversityreporting.org); Acceso: 16 febrero 2011.

COOPER, G. 2007. Chusquea – mountain bamboo of Latin America. (en línea) Tradewinds Bamboo Direct Nursery in Oregon (US); The Plantsman magazine; Acceso: 15 enero 2011.

Dudley, T. 1998. Noxious Wildland Weeds of California: Arundo donax. Department of Integraty Biology. Berkeley (US).

FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico). 2003. "Bambú en Chile". Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (CL); Universidad Austral de Chile.

INBAR (International Network for Bamboo and Rattan). 2011. Bamboo Species of Ecuador. Guadua Bamboo; Internet: [www.guadubamboo.com](http://www.guadubamboo.com); Acceso: 21 septiembre 2010.

ISSG (Invasive Species Specialist Group). 2011. Global Invasive Species Database. Standard Search; Internet: [www.issg.org](http://www.issg.org); Acceso: 15 enero 2011.

JUDZIEWICZ, J.; CLARK, L.; LONDOÑO, X.; STERN, M. 1999. "American Bamboos". Publicado por el Smithsonian Institution ISBN 1-56098-569-0. London (EN).

KENT, N.L. 1983. Technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture. Pergamon Press Ltd, Oxford.

PARODI, L.R. 1987. "Gramíneas". In Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo I. Descripción de plantas cultivadas. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires (AR).

PARSONS, J. 1991. "Guadua en la Edificación

Contemporánea". American Geographical Society. Berkeley (US).

PARSONS, J. 1991. Giant American Bamboo in the Vernacular Architecture of Colombia and Ecuador. American Geographical Society. Berkeley (US).

REUBENS, R. 2010. Bamboo in Sustainable Contemporary Design. First published by the International Network for Bamboo and Rattan in 2009 (CH).

STERN, M. 2005. "El alcance de la Aplicación de los Principios y Criterios del FSC: La Consideración del Bambú y Distintos Tipos de Bosques y Productos Diferentes a la Madera". In Taller Regional sobre la Certificación Forestal en América Latina.

WATSON L, Dallwitz M.J. 2008. The grass genera of the world: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval; including synonyms, morphology, anatomy, physiology, phytochemistry, cytology, classification, pathogens, world and local distribution, and references. The Grass Genera of the World.

– YANG, Y.; HUI, C. 2010. "China's Bamboo: Culture, Resources, Cultivation and Utilization". Supported by International Network for Bamboo and Rattan. Beijing, (CH).

– YIPING, L.; HENLEY, G. 2010. "Biodiversity in Bamboo Forest: a Policy Perspective for Long Term Sustainability". Supported by International Network for Bamboo and Rattan. Beijing, (CH).

## Fuentes de Fotos y Gráficos.

3. [www.halfsidebamboo.info](http://www.halfsidebamboo.info). 4 de Octubre 2010.

4. [www.halfsidebamboo.info](http://www.halfsidebamboo.info). 4 de Octubre 2010.

5. [www.halfsidebamboo.info](http://www.halfsidebamboo.info). 4 de Octubre 2010.

6. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

7. Gráfico. BURBANO, Pablo; GARCÍA, Alfredo, en "Sistema Constructivo Experimental en Caña Guadua", página 8.

8. Gráfico. BURBANO, Pablo; GARCÍA, Alfredo, en "Sistema Constructivo Experimental en Caña Guadua", página 8.

9. Gráfico. BURBANO, Pablo; GARCÍA, Alfredo, en "Sistema Constructivo Experimental en Caña Guadua", página 9.

10. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

11. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

12. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

13. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

14. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

15. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

16. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

17. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

18. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.

19. Gráfico. Judziewicz, J.; Clark, L.; Londoño, X.; Stern, M. 1999, en American Bamboos. Redibujo: ALTAMIRANO, Claudia; CUEVA, Edmundo.





Capítulo 2

Usos del Suro y Carrizo

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.1 El Suro y Carrizo en América Latina



1.



2.

El carrizo y el suro son gramíneas que han llegado a convertirse en la principal materia prima para la construcción de viviendas en comunidades asiáticas. A pesar de que estos materiales no han tenido importantes logros de investigación en el campo de la construcción dentro del país, su uso ha sido limitado a la arquitectura tradicional como estructura interna del bahareque, cielos rasos de camas de carrizo, follaje de las cubiertas, entre otros. A continuación se recopilan las posibles maneras de aprovechar dichos materiales.

### El Colihue (*Chusquea Culeou*) y su uso en Chile.

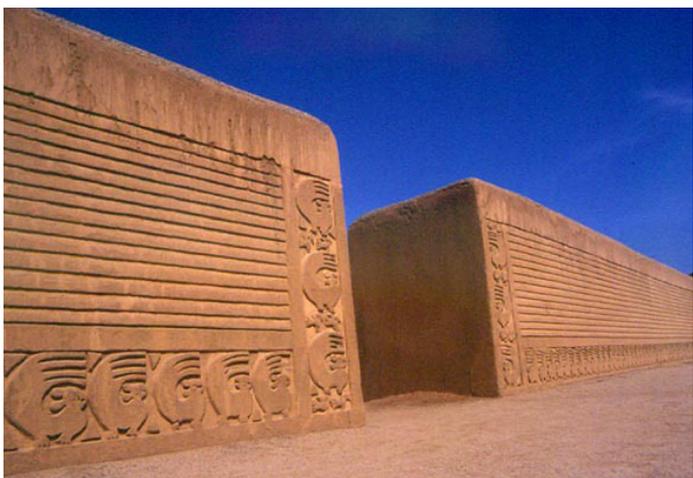
*“En Chile se encuentran descritas 11 especies de bambú, todas ellas sólidas y pertenecientes únicamente al género Chusquea. Dentro de todas estas especies, el colihue resulta ser la más importante, esto por su tamaño y la cantidad de usos que a ésta se le da en mueblería, artesanías, industria minera y hortofrutícola, forraje para invierno, etc.; quienes mayor utilidad sacan de ellas son las comunidades rurales, las cuales encuentran en el recurso una forma de obtener un*

*retorno económico importante”* <sup>(1)</sup>.

El movimiento de mercado más exigente se da en la fabricación de muebles. Es un proceso más detallado, pues aquí se usan únicamente ejemplares de secciones mayores y que sean de muy buena calidad. A las cañas se les dan tratamientos extras como lavado, secado e inclusive pulido. Las artesanías también es un ámbito grande de trabajo para la gente de Chile, fabrican lámparas, artículos de cocina, adornos y juguetes.

Un gran problema en éste aspecto, es el de la competencia que se da con los productos asiáticos que entran en el país, haciendo que los productos locales sean más caros debido a que no existe la suficiente tecnología para producirlos masivamente.

Actualmente al colihue se lo está retomando en lo que respecta al uso para revestimientos decorativos, este uso era algo común en las zonas rurales del sur de éste país, pero era escaso o totalmente desconocido en la zona urbana. Muchos



3.



4.

lugares de comercio interno de la zona urbana de Chile han retomado el uso del colihue para decoración y revestimiento tanto en los interiores como en los exteriores. Una empresa chilena, que ha tomado al colihue para industrializarlo es la llamada Bamboobiz, los productos que ofrecen son realizados con cañas seleccionadas y dadas los respectivos tratamientos para preservarlas, las sellan con aceites naturales para evitar así el ataque de insectos.

## Carrizo y su uso en Perú.

El uso de carrizo en Perú es masivo, está ligado desde épocas precolombinas, durante el Virreinato. Chan Chan es uno de los centros históricos de mayor importancia en la sociedad peruana, describe el desarrollo cultural prehispánico desde los primeros artefactos de piedra hasta instrumentos y técnicas utilizadas en la agricultura. Ubicado en la costa norte, es la ciudad de adobe más grande en América Latina y la segunda en el mundo. En sus muros de quincha puede apreciar el uso de carrizo. A diferencia de otras construcciones, que buscaban ocasionalmente el uso de esta gramínea como

función estructural, fue empleado con el fin de lograr un alineamiento de los muros.

Es común observar en la variedad de países, los diferentes usos que reciben materiales de construcción como lo es el carrizo. Por ejemplo, en la zona alta se la usa sobre estructuras de madera como base para asentar las cubiertas de teja, zinc, asbesto, cemento y otros materiales. Por otro lado, en las zonas bajas es usado frecuentemente por comunidades de escasos recursos en la construcción de viviendas, en láminas de estera, como quincha en cerramientos o como techos provisionales. En la década de los 70, la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) implementó el uso de carrizo como refuerzo estructural. Previamente a esto se realizaron ensayos en los que se demostraron que sus características físicas y mecánicas contribuían a mejorar la sismoresistencia de los muros de adobe. En construcciones de clase media y/o alta es usado también en cercos o cubiertas de áreas exteriores en las casas de playa y decoraciones de las mismas.

3. centro arqueológico Chan-Chan.  
4. muro de carrizo.

página anterior  
1, 2. paneles de colihue para cielo raso.

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.2 El Suro y Carrizo en el Azuay

#### 2.2.1 El Carrizo



5.



6.

### Instrumentos Musicales.

Los primeros usos que se da al carrizo están ligados a la música, en la fabricación de instrumentos de viento usados corrientemente en la música folklórica.

El material usado en la elaboración de estos instrumentos musicales debe tener aproximadamente dos años de vida y deben ser cortadas en piezas de 2.80 metros a 3 metros. El diámetro no debe exceder los 27 milímetros. Para el almacenamiento del material se recomienda que el carrizo sea colocado de pie sobre paletas diseñadas para dejar espacios adecuados que permitan la circulación de aire y de ésta manera asegurar un correcto secado. Posteriormente se pela el material y se procede a seleccionar las cañas de acuerdo al instrumento. Mediante procesos de cortado se van formando los elementos necesarios para la producción de cada pieza musical (Smith, 1995).

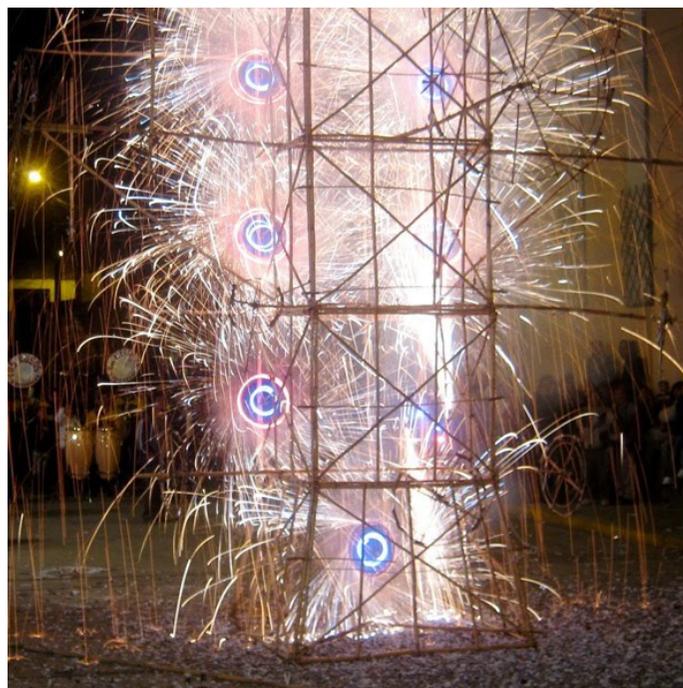
### Cestería.

Otro uso muy conocido, dentro de la provincia, es la fabricación de cometas, castillos y otros accesorios para las fiestas populares. Las cestas y canastas que son elaboradas a partir de carrizo son las que mayor valor tienen en los mercados de la provincia.

La mayoría de las personas que producen canastas con este material tienen sus propios sembríos de carrizo. El cultivo demora aproximadamente, un año en crecer para que su estado sea útil para la elaboración de cestas; luego de la cosecha se lo somete a un tiempo de secado que varía de un mes a dos meses, según las condiciones ambientales de la época. En estos casos, el material no debe ser muy seco. Posteriormente se deshoja el carrizo, utilizando un cuchillo levemente fino, evitando lastimar la caña. Los artesanos locales consideran la base de la caña como material inservible, debido a su extrema dureza, por



7.



8.

lo que dicha parte es desechada. Utilizando un cuchillo fino se secciona longitudinalmente en cuatro partes y cada pieza es canteada para obtener un grosor uniforme, estas a su vez son divididas en varias partes generalmente se logran 8 cintas de cada carrizo.

Las canastas de carrizo son construidas a partir de una estructura del mismo material encargada de sostener todo el cesto a manera de armazón por el que se teje finas tiras hasta obtener el producto final.

## Mobiliario

En la zona del Azuay, el carrizo es conocido como la planta del artesano. Suelen elaborarse obras de arte creadas en varias formas y tamaños. Utensilios de uso diario en el hogar, son vendidos en los mercados de los pueblos locales. El carrizo en lo que a mobiliarios se refiere, es comúnmente utilizado para la fabricación de mesas y bancos que actualmente

están volviendo a ser escogidos por más personas para la ambientación de sus hogares.

## Uso Medicinal

El carrizo es una planta diurética que facilita la eliminación del ácido úrico y urea.

Además, tiene un efecto galactóforo, es decir, que detiene el flujo de leche materna. Para lo cual, se emplea el tallo o rizoma en trocitos que colocados en agua hirviendo por 15 minutos son ingeridos posteriormente. Se estiman unos cuatro trozos para dos litros de agua, y se recomienda ingerir aproximadamente 4 tazas diarias.

En Perú, esta planta es empleada principalmente para aliviar los ojos irritados, aplicando el agua de los brotes directamente sobre los órganos visuales; además, se aconseja su uso contra la insolación.

7. canasta de carrizo.  
8. castillo de carrizo.

página anterior  
5. instrumentos musicales.  
6. cestería de carrizo.

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.2 El Suro y Carrizo en el Azuay

#### 2.2.2 El Suro



9.



10.

### Uso Artesanal

Hace aproximadamente 70 años, en el poblado del Sigsig, cuando la región era minera, se utilizaba el suro para la elaboración de canastas para la recolección. Actualmente, en dicho lugar es imposible encontrar un artesano que continúe con el oficio, debido a que esta caña carece de valor artesanal. Por lo tanto, no hay incentivo ni razón para mantener cultivos de suro; al contrario, es común observar que se quemen estas gramíneas para ganar espacio en los potreros o sembríos. Es considerada, por el momento, como maleza por los ganaderos y agricultores de zonas altas de la provincia.

### Uso en Agricultura y Ganadería

En ecosistemas alterados, mantienen el ciclo de nutrientes actuando como cicatrizantes. Gracias a la presencia de

sus raíces leptomorfas son de extraordinario apoyo para el control de la erosión, ayudando también a reafirmar la tierra en las orillas de los ríos. Además es utilizado como alimento de ganado y llamas.



11.



12.



11. textura de tiras de suro,  
Guanña, Azuay.  
12. textura de tiras de suro,  
Guanña, Azuay.

página anterior  
9. baúl de suro..  
10. mobiliario de suro..

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.2 El Suro y Carrizo en el Azuay

#### 2.2.3 El Suro y el Carrizo en la Construcción

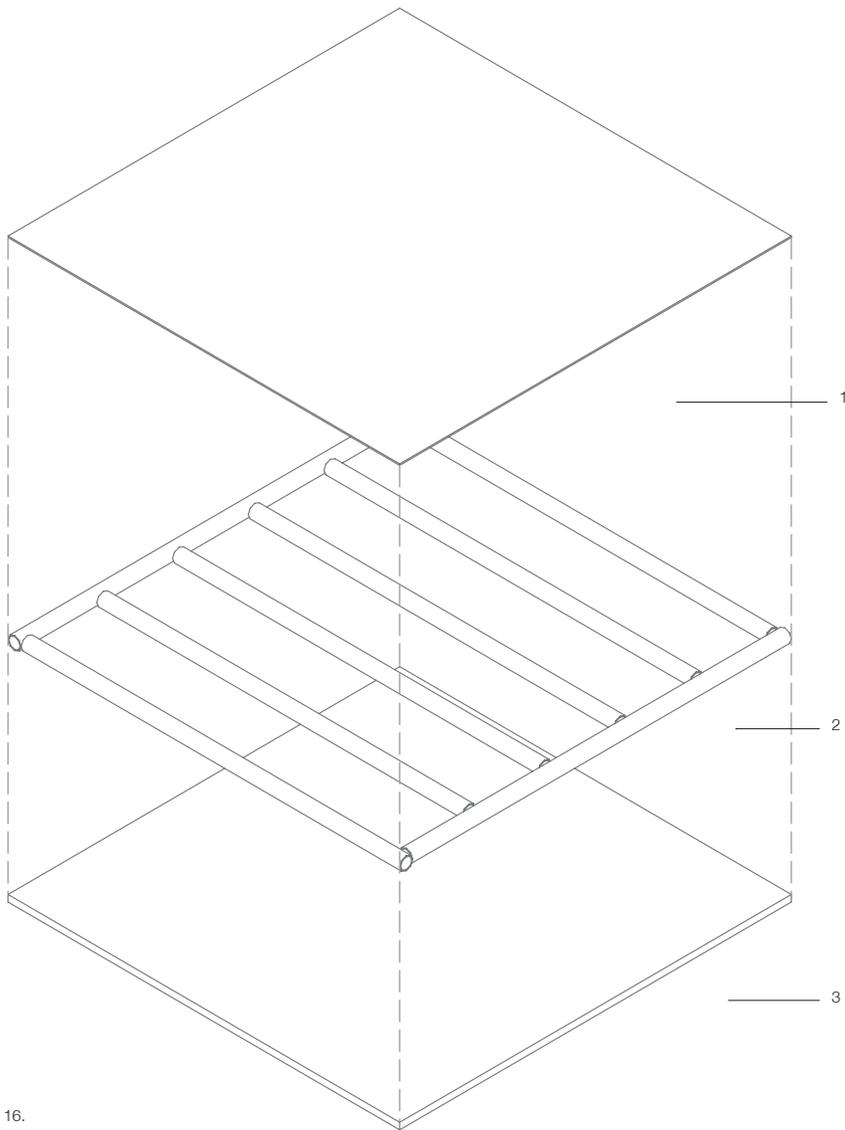


### Estuco

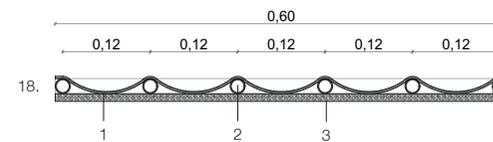
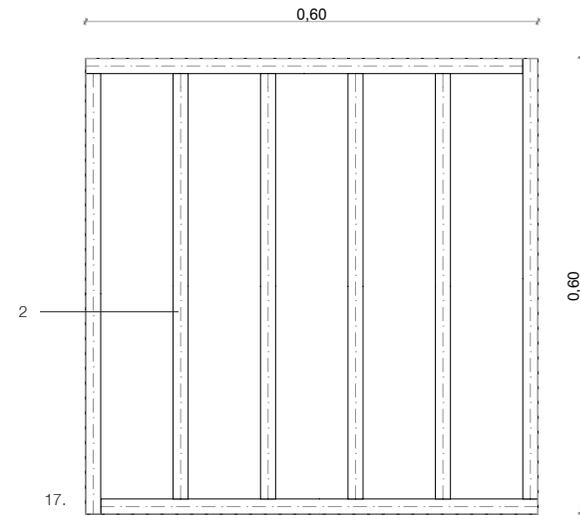
En el área de la construcción, el carrizo en la provincia del Azuay tiene mucha más valoración que el suro, ya que el uso de este último ha sido inconsciente o voluntariamente limitado. Usado en el pasado en sistemas constructivos de bahareque, actualmente ha sido reemplazado por las construcciones en bloque. El carrizo se ha ido convirtiendo en uno de los materiales naturales más antiguos en construcción, siendo utilizado como mallas de refuerzo, en forma de paneles de divisiones interiores, en cubiertas y otros.

También es frecuentemente utilizado en la fabricación de estucos, sirviendo como estructura del panel de yeso. Para la producción de dicho estuco, se corta el carrizo en pedazos de 60 centímetros y se usan cañas de hasta 2,5 centímetros de diámetro. En caso de que el material exceda dicho diámetro se pueden dividir o, por lo contrario, en caso de ser muy delgados se complementan con otros pedazos.

Las piezas seleccionadas se envuelven en cabuya y están listas para su uso. Se prepara, aparte, el yeso, mezclando en un balde con agua. Para el molde se recomienda usar un vidrio y para los bordes pedazos de madera; dicho molde puede ser liso o con texturas. Finalmente, se coloca una capa de la mezcla de yeso en el molde, esparciéndola y sobre ésta se coloca la cabuya y las piezas de carrizo. Un molde de 60 centímetros puede abarcar hasta 6 piezas de carrizo. Se prepara otra mezcla similar a la anterior, y se añade cemento; colocando sobre la capa anterior, se cubre de carrizos y se deja reposar 5 minutos. Posterior a ello, se somete a un tiempo de secado fuera del molde.



16.



- 1 yeso cemento, capa interna del panel, fijación de la estructura de carrizo.
- 2 carrizo, estructura del panel embuelta en cabulla.
- 3 yeso, capa expuesta del panel.

- 16. axonometría de la composición de un panel de estuco, escala 1 : 30.
- 17. planta de la composición de un panel de estuco, escala 1 : 20.
- 18. corte de un panel de estuco, escala 1 : 20.

- página anterior
- 13. estructura de carrizo para estuco.
- 14. estuco.
- 15. estuco colocado.

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.2 El Suro y Carrizo en el Azuay

#### 2.2.3 El Suro y el Carrizo en la Construcción



19.



20.

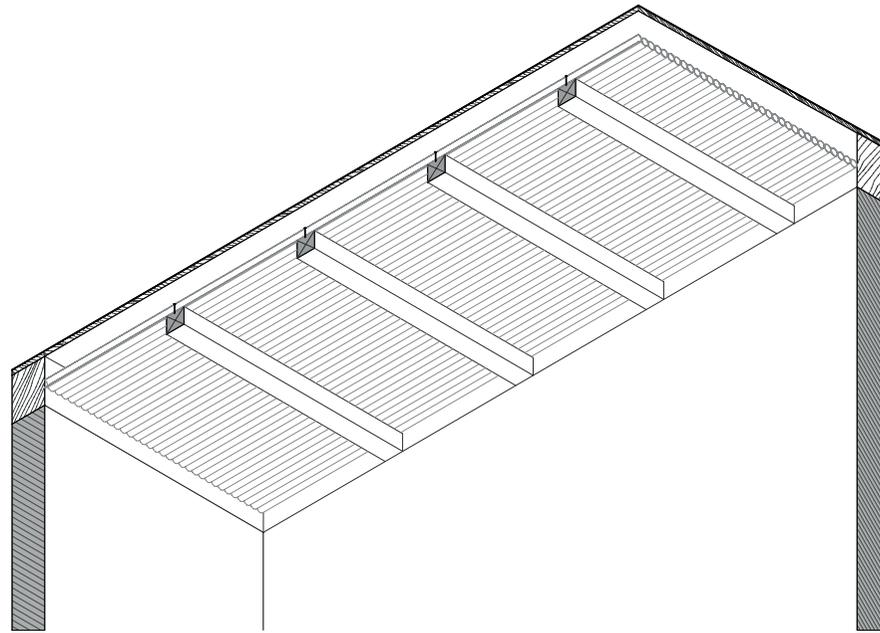
### Camas de Carrizo.

En los últimos años han ido incrementando las construcciones sostenibles, fabricadas mediante recursos renovables, convirtiéndose así el carrizo en un material fundamental.

Esta caña cumple diversas funciones como la de material aislante térmico y acústico, además de ser mecánicamente resistente en la construcción de paredes y techos. Otra ventaja es que el público ha calificado el uso de este material como estéticamente aceptado.

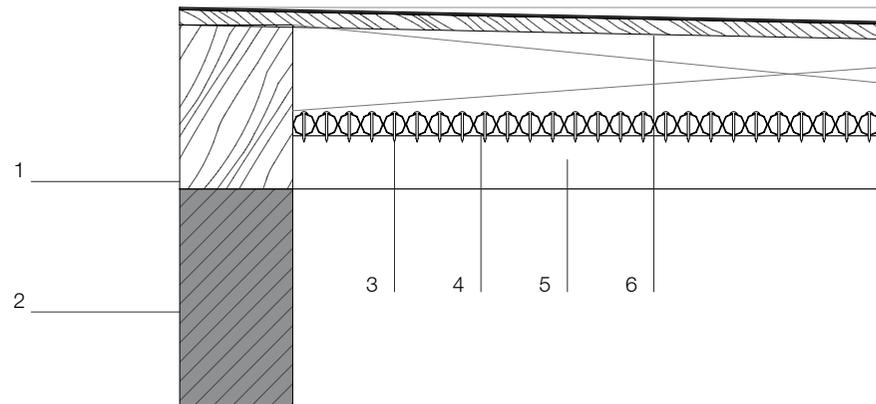
Los paneles utilizados para camas de carrizo se producen mediante compactación de los tallos de carrizo en diferentes tamaños y se unen mediante alambre galvanizado. El diámetro puede oscilar en 1,5 milímetro y 2 milímetros. Los paneles se pueden combinar perfectamente con yeso, cal y arcilla.

21.



- 1 \_riestra de madera.
- 2 \_pared.
- 3 \_clavo de 1 1/2 pulgadas.
- 4 \_carrizo.
- 5 \_vigüeta de madera de cielo raso.
- 6 \_cubierta.

22.



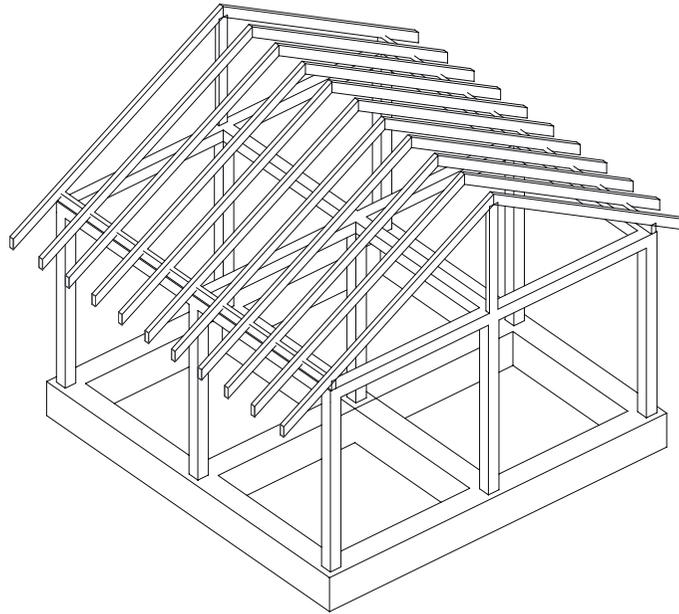
21. axonometría de detalle de cama de carrizo esc\_1:30  
22. detalle de cama de carrizo esc\_1:10

página anterior.  
19, 20. camas de carrizo.

## 2. Usos del Carrizo y el Suro

### 2.2 El Suro y Carrizo en el Azuay

#### 2.2.3 El Suro y el Carrizo en la Construcción



23.

### Bahareque

El carrizo es implementado para sistemas de construcción de bahareques en la provincia del Azuay, debido a su fácil accesibilidad. Mientras que el suro es utilizado únicamente en zonas superiores a los 2.500 metros sobre el nivel del mar, como el Sigsig, San Bartolomé, San Joaquín, Molleturo, entre otras. El bahareque ha sido durante siglos uno de los sistemas más populares de construcción tradicional. Constituye una tecnología constructiva constituida por un entramado de cañas sobre la cual se extiende manualmente una gruesa capa de barro. La vivienda se apoya sobre piezas grandes de madera y los techos son de palma entretejida para brindar un refugio lo suficientemente fresco y ecológicamente amigable. Este material permite regular la humedad del ambiente y almacena calor en los muros. También cuenta con una alta resistencia a la compresión y esfuerzos laterales, convirtiéndose con la ayuda de las cañas en un material antisísmico. Es considerado también

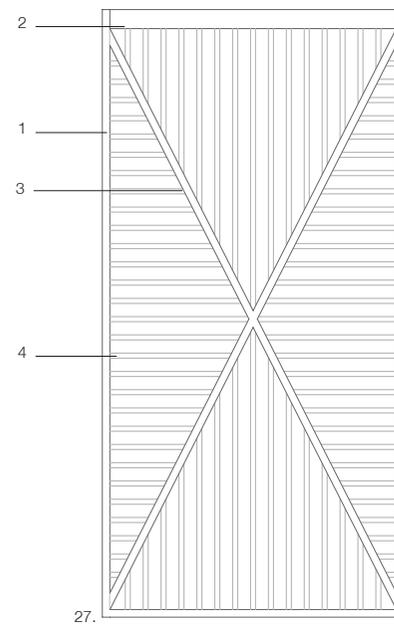
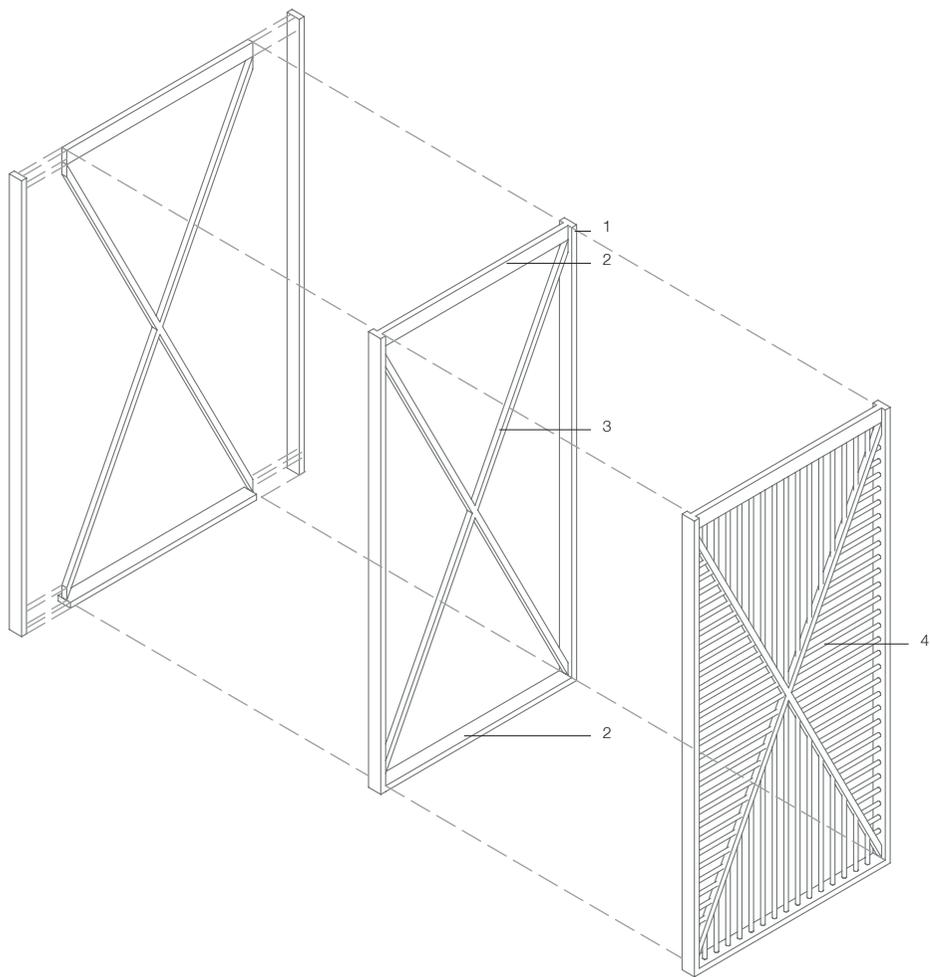


24.

como un excelente aislante acústico y térmico.

Sin embargo, esta tecnología utilizada, consistentemente a través del tiempo, experimentó un decaimiento progresivo durante la segunda mitad del siglo XX. Al ser un sistema basado en materiales naturales, como la paja y madera, presentaba la desventaja de ser propenso a incendios. Sumado al desarrollo y presencia de parásitos, fue creciendo el riesgo a que el material se debilitara y produjera el posterior fracaso de las construcciones.

25.



- 1** parante de madera, 240 x 75 x 3 mm.
- 2** solera de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 3** travesaño de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 4** carrizo o suro.

- 25.** axonometría de la composición de un panel de bahareque, escala 1 : 30.
- 26.** planta de la composición de un panel de bahareque, escala 1 : 20.
- 27.** elevación de un panel de bahareque, escala 1 : 20.
- 28.** corte de un panel de bahareque, escala 1 : 20.

página anterior  
**23.** estructura para bahareque.  
**24.** bahareque.

2.  
Usos del Carrizo y el  
Suro

2.2  
El Suro y Carrizo en el  
Azuay

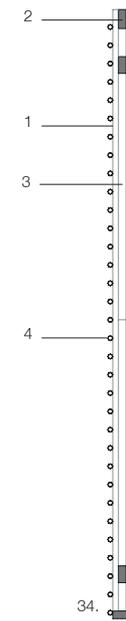
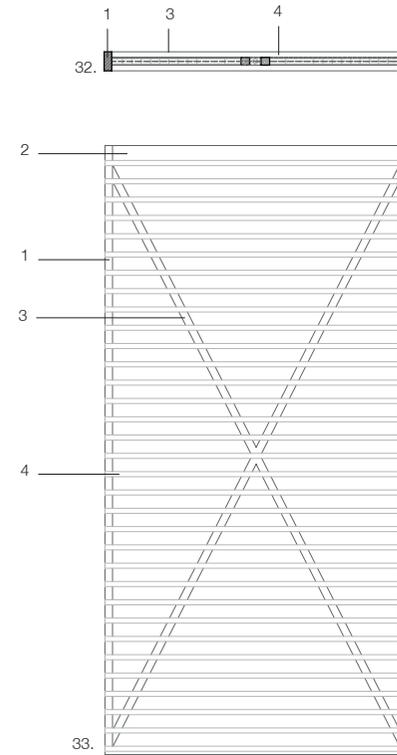
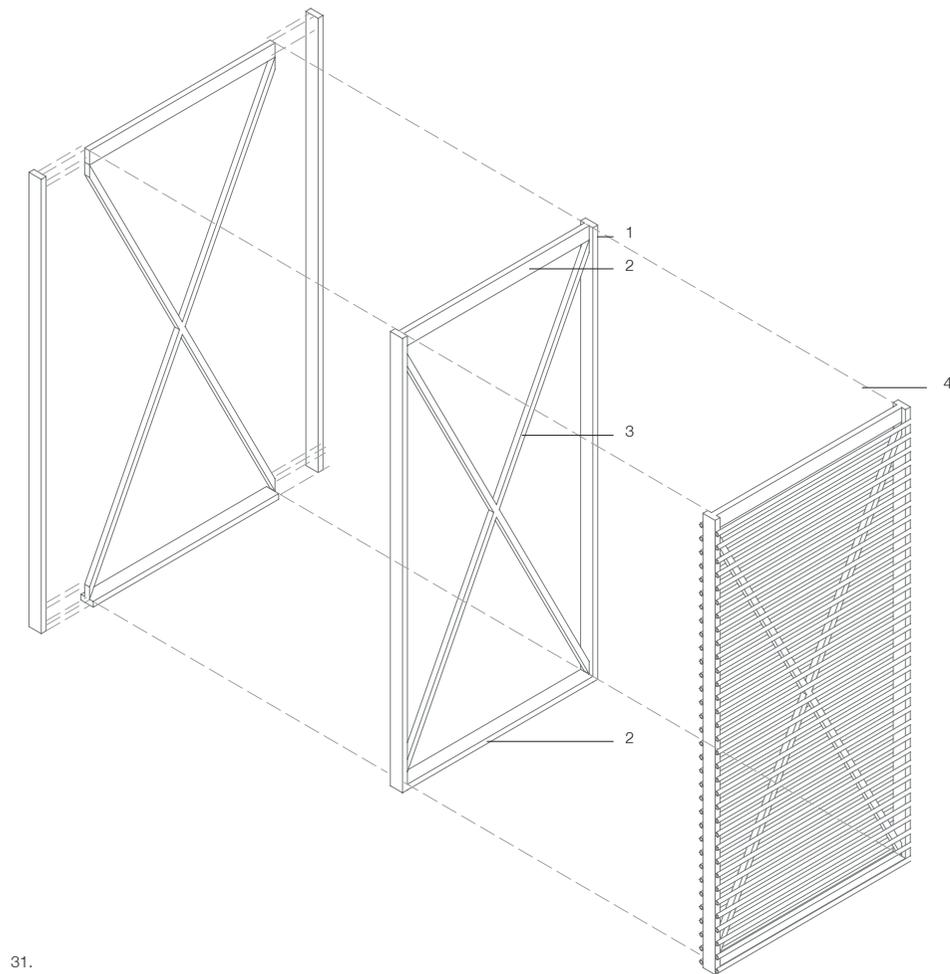
2.2.3  
El Suro y el Carrizo en la  
Construcción



29.



30.



- 1** parante de madera, 240 x 75 x 3 mm.
- 2** solera de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 3** travesaño de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 4** carrizo o suro.

- 31.** axonometría de la composición de un panel de bahareque, escala 1 : 30.
- 32.** planta de la composición de un panel de bahareque, escala 1 : 20.
- 33.** elevación de un panel de bahareque, escala 1 : 20.
- 34.** corte de un panel de bahareque, escala 1 : 20.

página anterior.  
**29.** detalle de un panel de bahareque, cañas sobrepuestas a la estructura.  
**30.** bahareque, cañas sobrepuestas a la estructura.

## Bibliografía

CONTRERAS, Alberto. "Investigación sobre la distribución de la planta invasora *Arundo donax* (carrizo gigante) en la cuenca del río Bravo"; MX – 2007.

ELLIOT, Jorge. "La biodiversidad biológica de los andes tropicales: flora y fauna del valle de Alto Mayo" ISBN 9972-47-075-5; PE – 2001.

FIGUEROA, Verónica; SARDIÑA, Camila. "Bambú en Chile. Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo". CL – 2009.

FIGUEROA, Verónica; SARDIÑA, Camila. "Intervención en el cultivo de Bambú". CL – 2009.

FOS  
OVI (Fondo Social para la Vivienda) "Cómo hacer nuestra casa de bahareque". HN – 1992.

MARCH, Ignacio; MARTÍNEZ, Maricela. "Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México". ISBN 978-968-5536-92-9. MX – 2007.

NACCARATO, Juan Pablo. "El cultivo de la caña *Arundo donax* en Mendoza, Argentina". ARG – 2003.

OJASTI, Juhani. "Estudio sobre el estado actual de las especies exóticas" VE – 2001.

ORE, Marco Antonio. "Arundo Donax" MX – 2010.

PASTORELLI, Giuliano. "GluBam: Placa de bambú estructural". Internet: [www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl); Acceso: 13 de Marzo del 2011.

QUIRÓZ, María Julia. "Recursos del bosque y artesanía en San Martín" ISBN 9972-47-076-8. PE – 2001.

SOLANO, Rómulo. "Arundo Donax" PE – 2010.

WOOD, Marcia. "Animación del crecimiento de la caña común podría acelerar su fallecimiento" Internet: [www.ars.usda.gov](http://www.ars.usda.gov). USA – 2009. Acceso: 12 de noviembre del 2010.

## Fuentes de Fotos y Gráficos.

1. [www.bambuchileno.cl](http://www.bambuchileno.cl). 15 de Enero de 2011.
2. [www.bambuchileno.cl](http://www.bambuchileno.cl). 15 de Enero de 2011.
3. [www.tipsfamilia.com](http://www.tipsfamilia.com). 15 Enero de 2011.
4. [www.delasallekirengue.blogspot.com](http://www.delasallekirengue.blogspot.com). 15 de Enero de 2011.
5. [www.tierradevientos.blogspot.com](http://www.tierradevientos.blogspot.com). 11 de Mayo de 2011.
6. [www.perufoto.org](http://www.perufoto.org). 20 de Febrero de 2011.
7. [www.perufoto.org](http://www.perufoto.org). 20 de Febrero de 2011.
8. [www.actiweb.es](http://www.actiweb.es). 20 de Febrero de 2011.
9. [www.artesaniascolihue.com](http://www.artesaniascolihue.com). 20 de Febrero de 2011.
10. [www.artesaniascolihue.com](http://www.artesaniascolihue.com). 20 de Febrero de 2011.
19. [www.anunico.cr](http://www.anunico.cr). 17 de Marzo de 2011.
20. [www.anunico.cr](http://www.anunico.cr). 17 de Marzo de 2011.
24. [www.piscuifoto.nirudia.com](http://www.piscuifoto.nirudia.com). 17 de Marzo de 2011.
29. <http://www.geschichteinchronologie.ch>. 22 de Marzo de 2011.
30. Ídem.

## Citas Bibliográficas.

- (1) FIGUEROA, Verónica; SARDIÑA, Camila. "Bambú en Chile. Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo". CL – 2009; pg. 14.





## Capítulo 3

# Materiales Compatibles con el Suro y carrizo para el trabajo en la construcción

# 3

## Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

### 3.1

#### Tableros prefabricados de Bahareque o Quincha

#### 3.1.1

##### Beneficios de Construcción en Quincha o Bahareque

El objetivo principal de éste trabajo es crear paneles a base de suro y carrizo, por lo tanto, el presente capítulo tiene como objetivo la búsqueda de materiales que se relacionen de la manera más conveniente con éstas dos gramíneas. Se ha creído pertinente, para el fin de éste capítulo, relacionar los objetivos mencionados y abarcar el tema mediante la búsqueda de paneles elaborados de carrizo y de suro, en los que se apliquen materiales adicionales; determinando así cuáles serán ideales y compatibles para su aplicación real.

#### Tableros prefabricados de Bahareque o Quincha.

El Bahareque o Quincha prefabricadas, por ejemplo, es uno de los paneles elaborados a base de caña. Esta palabra, derivada del quichua, refiere a una pared, un muro o cerramiento de palos. Es conocida como un sistema constructivo basado en la fabricación de paredes conformadas por bastidores de madera, en los cuales, a manera de tejido, se van

entrelazando cañas, formando así parámetros que luego serán revestidos con una capa de barro y paja. Los tableros preparados se montan sobre una estructura de madera, la cual ha sido previamente empotrada sobre los cimientos de hormigón.

Fue inicialmente utilizado en países vecinos. En Perú, por ejemplo, la investigación con estos sistemas de construcción ha sufrido un vertiginoso desarrollo, debido a que diversas facultades, como la de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), iniciaron con la propuesta de la quincha prefabricada. Se realizaron ensayos e investigaciones para poder utilizar paneles prefabricados en viviendas; proceso que después emplearían muchas más instituciones debido a su satisfactorio resultado.



1.



2.

## Beneficios de Construcción en Quincha o Bahareque.

Las construcciones en bahareque o quincha son bastante rentables, debido a que los materiales empleados en su proceso son económicos y, por lo general, de fácil accesibilidad. Además, éste sistema es considerado como una construcción participativa, pues las personas de la comunidad en la que se realizaría la edificación la pueden construir, no se necesita de complicados y extensos conocimientos debido a su fácil manejo y producción.

El trabajo de éste sistema concluye con una construcción de menor peso en relación a una de adobe o cemento; por ésta razón se recomiendan para zonas con suelos arenosos o niveles freáticos altos. Son ideales, también, como edificaciones resistentes a sismos, debido a las cimentaciones de concreto y a la peculiar característica

de las cañas de absorber vibraciones, evitando así que se propague al resto de la estructura.

1. bahareque o quincha.
2. panel de la estructura de bahareque o quincha.

# 3

## Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

### 3.1 Tableros prefabricados de Bahareque o Quincha

#### 3.2.1 Elaboración de Paneles

Los materiales utilizados en la elaboración de un panel se detallan a continuación:

Cañas: como el carrizo, para el tejido del panel.

Maderas: eucalipto, copaiba o tornillo para el armazón de los bastidores.

Paja: puede ser arroz, trigo o bagazo de caña para mezclar con el empaste de barro y evitar fisuras en el secado.

El panel según la modulación es de 240 centímetros de largo, 120 centímetros de ancho y 7,5 centímetros de espesor (240 x 120 x 7,5). Para formar los paneles se usan como estructuras piezas de madera y mediante un trabajo de carpintería se van ensamblando para formar el bastidor. El marco del bastidor está formado por dos parantes laterales y dos soleras, una superior y una inferior. Tanto parantes como soleras tienen 7,5 centímetros de alto y 3 centímetros de ancho, el largo depende de las características del panel; pero en el caso brindado anteriormente los parantes tendrían 240 centímetros de largo y las soleras 114 centímetros.

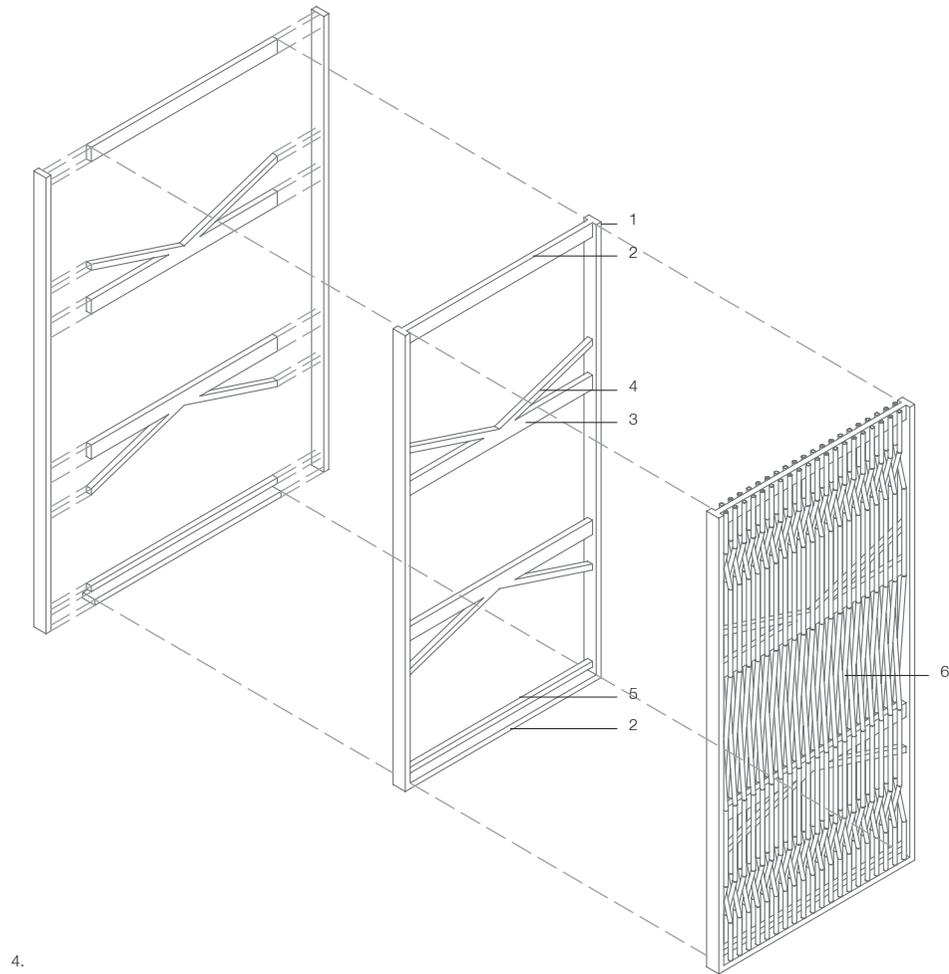


3.

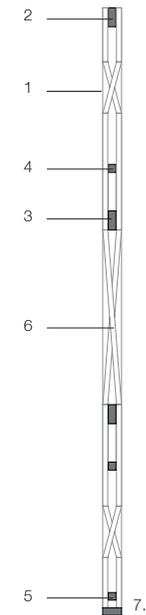
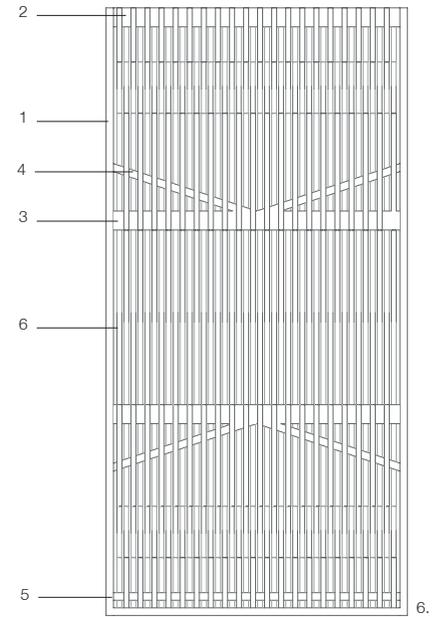
Para reafirmar los marcos de madera y crear las zonas de tejido de las cañas se procede de la siguiente manera:

- Los travesaños de la misma medida que las soleras (114 x 7,5 x 3) clavados a los parantes, utilizando dos clavos de 3 pulgadas por cada lado.
- Cuatro listones de 60 centímetros de largo, 3 centímetros de ancho y 3 centímetros de espesor. (dos sobre 25 cm de cada travesaño de igual manera clavados)
- Un listón de la misma medida sobre la solera inferior, pieza que servirá para recibir los extremos de las cañas.

Una vez concluidos los bastidores, se procede a preparar las cañas. Éstas deben ser cortadas de tamaños iguales, según la medida necesaria para el panel, en este caso de 237 centímetros. Las cañas son colocadas enteras y siempre alternando entre grosores; es decir, se coloca la primera caña con el extremo grueso en la solera superior y el extremo grueso de la siguiente caña en la solera inferior. Las cañas no se clavan a la estructura de madera, pues el tejido basta para dejar la disposición estable. Una vez concluido el



4.



- 1** parante de madera, 240 x 75 x 3 cm.
- 2** solera de madera, 75 x 114 x 3 cm.
- 3** travesaño de madera, 75 x 114 x 3 cm.
- 4** listón de madera, 3 x 3 x 35 cm.
- 5** liston de madera, 3 x 3 x 120 cm
- 6** culmos de carrizo.

- 4.** axonometría\_panel para quincha mejorada, escala 1 : 30.
- 5.** planta\_panel de quincha mejorada, escala 1 : 20.
- 6.** elevación\_panel de quincha mejorada, escala 1 : 20.
- 7.** corte\_panel de quincha mejorada, escala 1 : 20.

página anterior  
**3.** panel de quincha.

# 3 Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

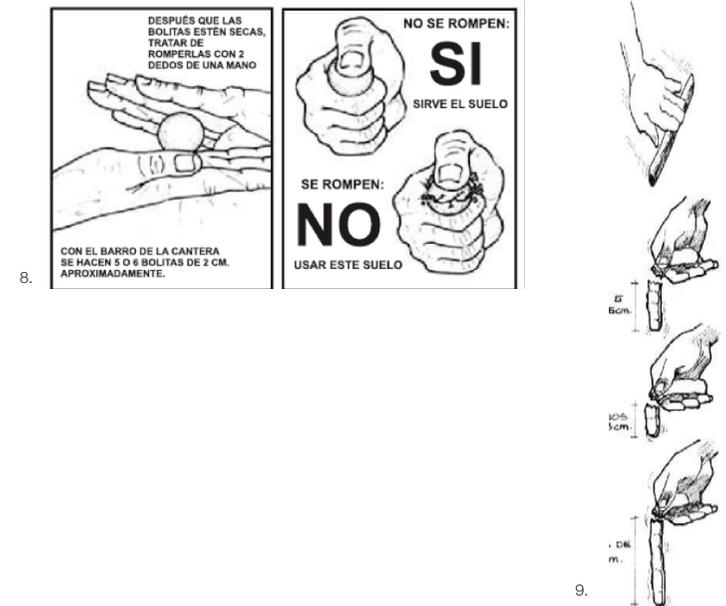
## 3.1 Tableros prefabricados de Bahareque o Quincha

### 3.2.1 Elaboración de Paneles

tejido, se deberá perfilar los paneles. Para esto se recortan los extremos de caña salientes de la estructura de madera.

Seguido se procede a iniciar el proceso de revestimiento, que consiste en utilizar barro como base, añadiéndole posteriormente paja para evitar las fisuras del barro cuando se seque. Para el barro se puede utilizar tierra de la zona en la que la edificación vaya a ser levantada, siempre que el suelo sea de buena calidad, y cumpla con las siguientes características:

- No sea terreno de cultivo superficial, que contiene material orgánico. Se recomienda que la tierra sea proveniente debajo de la capa orgánica o de un suelo que no sea de cultivo.
- No tener color negro ni tener olor rancio. No debe tener salitre o tener color blanquecino.
- No debe haber presencia de piedras, para esto se debe pasar el material por un tamiz de un cuarto de pulgada.
- Debe ser un suelo que contenga suficiente arcilla como para unir los granos de arena y tener suficiente arena para



garantizar resistencia.

También se puede recolectar tierra reciclando adobes. Se considera útil el hacer uso de adobes de buena calidad, sacado de construcciones anteriores. Debe limpiarse de restos de pintura, revoques o cualquier otro material extraño.

En cada uno de los dos casos de selección de barro, una vez obtenido los materiales se debe proceder a realizar ensayos de campo para garantizar la buena calidad del suelo. Comúnmente se hacen uso de dos métodos bastante conocidos.

- 1) Rueda de Enrollado: se realiza un rollo de barro, y se lo sostiene entre la mano. Poco a poco se lo va soltando; si se rompe cuando aún no está libre 5 centímetros, quiere decir que tiene mucha arena. Lo ideal es que el cuerpo libre sea de 5 a 15 centímetros. Si se rompe a más de 15 centímetros quiere decir que el suelo tiene mucha arcilla.
- 2) Prueba de la 'bolita': sirve para determinar si el



10.



11.

material es débil o resistente. Consiste en realizar 6 bolitas de 2 centímetros, de barro a usar. Se debe intentar romperlas con dos dedos; si se rompen o desgranar, el suelo no es apto. Lo ideal es que no se rompa, sino que únicamente se aplasten, indicando la resistencia y flexibilidad del material.

## Preparación del Material para Revestimiento

Una vez seleccionado el material que será empleado posteriormente para la elaboración del revestimiento, se procede a prepararlo según su uso especificado.

El material debe ser hidratado. Luego, se deja reposar la mezcla, éste proceso se lo conoce coloquialmente como “podrir o dormir”, y tarda durante uno o dos días para brindar suficiente tiempo a la arcilla a que desarrolle su capacidad ligante. Transcurrido este tiempo se le agrega paja con el fin de reducir la presencia de fisuras que suelen ocurrir durante el secado. La paja se recomienda cortarla en pedazos de 10 centímetros de largo y debe ser añadida poco a poco durante

un proceso de batido del material con el agua. El batido garantizará una mezcla homogénea y, por consiguiente, un barro de buena calidad.

El barro se debe colocar cuando los paneles hayan sido montados sobre la estructura de madera. Es importante, que las instalaciones eléctricas o sanitarias hayan sido colocadas con anterioridad para que el revestimiento las cubra.

La colocación del barro es bastante similar al proceso de enlucido; es decir, se lanza el barro contra el panel, teniendo mucho cuidado en comprobar que se llenen los vacíos ubicados entre las cañas. Se esparce el material con “una regla de madera de aproximadamente 2 metros y se compacta el barro presionándolo con un taco de madera”<sup>(2)</sup>. Debido a que el recubrimiento del barro no es el acabado final del panel, se sugiere rayar con clavos, la cara tanto interior como exterior del revestimiento. Una vez que haya sido expuesto a un tiempo prolongado de secado, se coloca una malla que evitará el desprendimiento del acabado final.

10. extracción de tierra para mezcla.

11. mezcla de tierra seleccionada con paja.

página anterior  
8, 9. esquemas para las pruebas de tierra.

# 3

## Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

### 3.2 Tablilla de Colihue

En Chile existen alrededor de 11 especies diferentes de bambú, todos ellos pertenecen al género Chusquea, siendo ésta una de las razones por la cual Chile está entre los lugares donde existen más estudios sobre éste género en el campo de construcción.

Para la elaboración de ésta tablilla, los bambúes deben ser clasificados previamente de acuerdo a su rectitud y al tamaño de su diámetro. En caso de no haber uniformidad entre las muestras, se igualan con la ayuda de una sierra a 1,3 metros de longitud. Se debe trabajar cara por cara, para obtener una sección cuadrada; otro método es mediante cepillado.

Se debe tomar en cuenta el menor ancho de corte para evitar desperdicios de aserrín. Para esto se selecciona una sierra circular que se adapte a la máquina tupi. Mientras menor sea el ancho de corte, menor diámetro deberá tener la sierra. Para obtener un buen acabado en las tablillas, la máquina deberá trabajar de 4.200 rpn a 6.000 rpn.



12.

Se realizaron pruebas de humedad y densidad básica además de tiempo de productividad en base de los diámetros de los culmos, estos a su vez están divididos en tres grupos:

- D1= 25mm hasta 30mm
- D2= 31mm hasta 36mm
- D3= 37mm y más.

Los culmos del primer grupo resultan improductivos, debido a que de ellos sólo se puede obtener una tablilla; y resulta peligroso para el operario. Lo ideal para trabajar es con culmos del segundo grupo, pues el trabajo es seguro y se obtienen entre dos o tres tablillas por tallo.

Para los estudios de tiempo se tomó en cuenta también la limpieza, el ajuste de la máquina y el descanso del operario. El tablero que se describe a continuación no es un tablero que pueda ser utilizado con funciones estructurales pero si decorativas y de revestimiento, por las características de la Chusquea chilena, para mejorar este tablero se utiliza una base de MDF.



13.



14.

Para realizar éstos prototipos de tableros decorativos, se debe cortar al colihue en tablillas de 5 milímetros de espesor y ensamblarlas debidamente hasta formar superficies de 30 centímetros de arista. Los ensambles se refieren a la unión entre una tablilla y otra; además de estar pegados entre sí, mediante la utilización de máquinas avanzadas se puede lograr formarlas para que funcionen a manera de duelas. Estas maquinarias son de difícil acceso, por lo que se suele emplear pegante.

Una serie de ensayos realizados sobre estos prototipos lanzaron conclusiones de que es mucho más viable usar tableros contrachapado como base, para mejorar la dureza del tablero en general. El colihue resulta un material débil en cuanto a dureza, igual que el pino. Su uso estaría restringido a servir de revestimiento de muros y cielos rasos, debido a su débil resistencia estructural.

**13.** canteado de culmos de colihue.

**14.** canteado de culmos de colihue con cierra circular.

página anterior

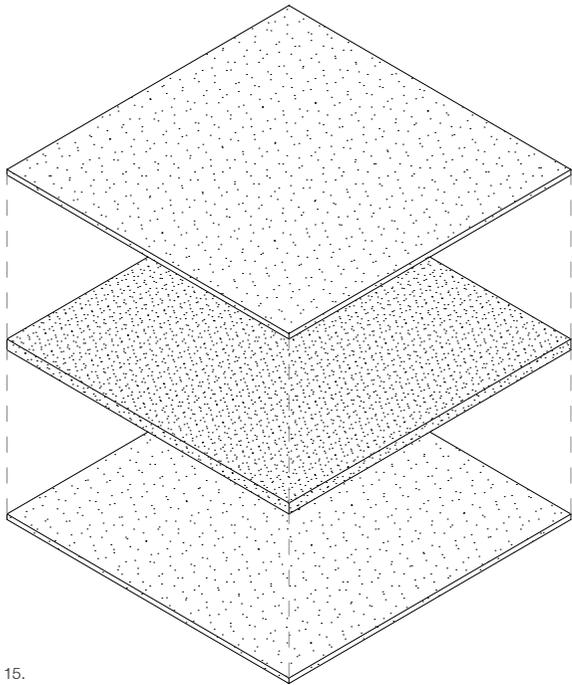
**12.** cortado de culmos de colihue.

El aprovechamiento máximo de éstos materiales es una de las metas, por lo que en el siguiente trabajo se intentó utilizar incluso las astillas que son consideradas como materiales de desecho. Estas astillas resultan de los cortes que se producen en el material para obtener las tablillas o las probetas para ensayos. Uno de los usos más comunes que se les ha dado a las astillas ha sido en la fabricación de pulpa y papel.

Los culmos sobrantes se agrupan en paquetes y son introducidos en el astillador para obtener las astillas, que son colocadas en sacos de polietileno y se exponen al ambiente por tiempo suficiente que garantice su secado. Se recomienda que los culmos sean agrupados en paquetes debido a que de lo contrario bajaría el rendimiento del material producido, pues el astillador separa la corteza en grandes trozos produciendo irregularidad en el tamaño de la astillas. Una vez secas, se tamizan las astillas en diferentes matrices; de ésta manera se agrupan según tamaño, pues se deben seguir medidas normadas para el uso de astillas en la fabricación de pulpa y papel.

Cuando se concluye la etapa de tamizado y clasificación de los diferentes tamaños de astillas, quedan porciones desechadas debido a que no fueron incluidas en ninguna categoría seleccionada, sea por ser muy grandes o muy pequeñas. Dichas astillas sobrantes son las que se utilizan para la fabricación de tableros, y este proceso inicia introduciéndolas en una máquina de virutado para obtener partículas aún más pequeñas que las anteriores y cada una de tamaños diferentes. El material obtenido se somete a un tiempo de secado y luego son tamizados nuevamente. Se obtienen dos rangos: el grupo de astillas que servirán para las capas externas, es decir, el material más grande; y el grupo de astillas que serán utilizadas en la capa interna, oséa el material más pequeño.

Para la fabricación de los tableros se empleó como adhesivo Ureaformaldehído en solución al 50% y como catalizador se usó cloruro de amonio. La cantidad promedio del adhesivo fue de un 8% (resina seca en base a partículas secas). Finalmente, se someten las partículas a un proceso de



15.

prensado a una temperatura aproximada de 200° C, para permitir que el pegamento se solidifique y mantenga unidas a las astillas.

Cabe recalcar, que la resistencia del tablero dependerá de la resistencia que tengan las astillas; además estará relacionado directamente con el porcentaje mínimo de la goma o aglutinante que se utilice.



# 3

## Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

### 3.4

#### Tableros de Bambú en Ecuador

En Ecuador, específicamente en la región costera, se emplea bastante la caña guadua para la construcción de viviendas; dichos trabajos se llevan a cabo de la manera más rudimentaria posible, pues abarca al sector popular de la población.

Un grupo conformado por miembros de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, asesorado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), se unieron para crear el proyecto *“Planta Piloto de Investigación, Producción y Transferencia Tecnológica en Uso de Ecomateriales Innovadores para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo”*. En éste proyecto uno de los materiales principales estudiados y empleados en sus prácticas han sido tableros prensados de caña guadua. El motivo que impulsó al desarrollo de un estudio de esta magnitud fue el creciente interés por parte de la población de trabajar con *“materiales de construcción viables, tanto en aspecto ecológico como económico”* <sup>(4)</sup>. De esa manera, fueron apareciendo materiales como la caña guadua, como *“resultados de diseños que cumplen, entre*

*otras condiciones, ser recursos de una región o localidad, que al ser explotados y transformados adecuadamente, se convierten en productos con condiciones de calidad, eficiencia y menor afectación al ambiente”*<sup>(5)</sup>. En síntesis, los ecomateriales nacieron como una alternativa en construcción de reducir costos de producción, de contaminación y de energía incorporada en los productos.

La energía incorporada describe la energía, fuerza o dedicación que se da a un material para obtener un producto; por ejemplo, la materia prima del aluminio, la Bauxita necesita de muchos procesos y transformaciones hasta llegar a convertirse en una olla de aluminio, además se utilizan grandes cantidades de combustibles y otras sustancias contaminantes. Por otro lado, la guadua puede llegar a formar una canasta simplemente partiendo de la habilidad de un artesano para cortar, laminar y tejer el material; reduciendo considerable y significativamente la contaminación durante la elaboración. Estos procesos, detallados con anterioridad, ejemplifican extremos opuestos de la cantidad de energía



16.

incorporado a usar en un producto. Para que un material sea calificado como “ecomaterial” es importante que la energía incorporada sea la menor posible en relación a productos similares existentes en el ámbito de construcción.

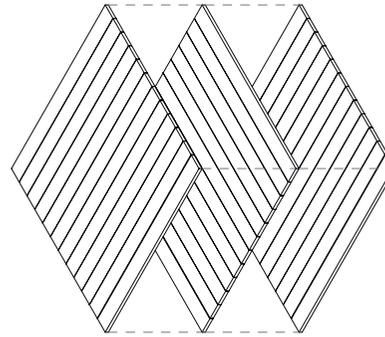
Las universidades a cargo del proyecto, crearon una planta, conocida como planta piloto; en la cual fueron implementando diversas maquinarias para trabajar la guadua y facilitar la obtención de tableros a partir de dicho material. Son cuatro tipos de tableros los que se han podido obtener:

### 3 Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

#### 3.4 Tableros de Bambú en Ecuador



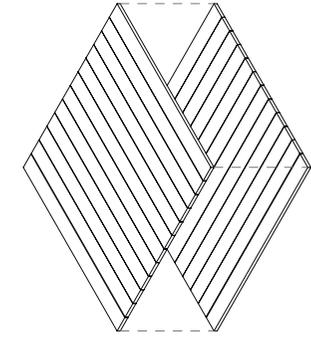
17.



18.



19.



20.

#### EcuBam

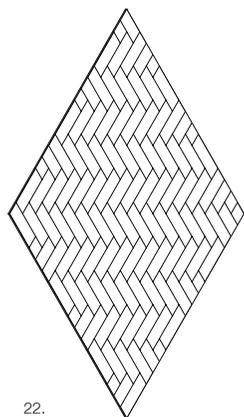
formado a partir de la caña picada. El proceso consiste en picar la caña; para ello se utilizan cañas medias, donde se procede a hacer cortes en los nudos y entrenudos, de modo que se puede abrir al culmo y obtener una caña picada o esterilla. Las caras internas de la guadua, conocida también como 'tripa' son sometidas a un tiempo de secado, para obtener una superficie regular. El tablero consiste en colocar tres capas a manera de traba, cada una de éstas capas es encolada a la otra y sometida a presión. Pueden ser usadas en pisos, paredes, muebles, puertas, elementos estructurales. Debido al espesor del tablero, está categorizado como una madera dura.

#### PlasBam

surge de aplastar la caña. De una caña entera o rolliza se obtienen medias cañas, posteriormente, éstas son aplastadas para obtener segmentos longitudinales, evitando que se separen entre sí. Se unen con pegamento dos piezas y se las coloca en una prensa caliente para obtener el tablero. Pueden ser usadas al igual que el EcuBam en pisos, paredes, muebles, puertas y elementos estructurales.



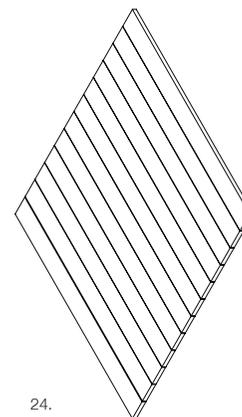
21.



22.



23.



24.

## EsterBam.

Está formado por cintas de 0,1 milímetros de espesor y 10 milímetros de ancho. Dichas cintas son tejidas hasta formar una estera. El procedimiento de formación del tablero sigue el mismo patrón: se encolan las piezas y se prensan. Pueden ser usados en cielos rasos, como componentes de puertas, en muebles, paneles decorativos y elementos estructurales.

## TripBam.

Surgen de la tripa o cara interior de la caña. Es un claro ejemplo de usar el 100% del material, pues bajo otras circunstancias el interior de la caña hubiese sido desechado. Está constituido de una sola capa y para formarlo se procede de igual manera que en los tableros anteriores. Sus usos se limitan a cielos rasos, recubrimiento de muebles, tableros decorativos y a convertirse en ocasiones en la capa intermedia de los tableros anteriores.

21. tablero prensado de caña guadua, ESTERBAM.

Guayaquil, Ecuador  
22. axonometría de capa conformante del tablero ESTERBAM.

23. tablero prensado de caña guadua, TRIPBAM.

Guayaquil, Ecuador.  
24. axonometría de capa conformante del tablero TRIPBAM.

página anterior

17. tablero prensado de caña guadua, ECUBAM.

Guayaquil, Ecuador  
18. axonometría de capas conformantes del tablero ECUBAM.

19. tablero prensado de caña guadua, PLASBAM.

Guayaquil, Ecuador.  
20. axonometría de capas conformantes del tablero PLASBAM.

# 3

## Materiales Compatibles con el Suro y el Carrizo para el trabajo de Construcción

### 3.5 Conclusiones

Los materiales derivados tanto de Suro como de Carrizo han sido empleados en construcción de manera rudimentaria y manual. Tan sólo últimamente el suro está siendo investigado con mayor profundidad, de manera técnica e industrial.

A raíz de lo investigado se creyó pertinente realizar dos categorías de paneles:

2.1. Un panel con materiales similares a los empleados comúnmente por los campesinos, es decir siguiendo un patrón manual, produciendo únicamente paneles de texturas en base a los diferentes usos de la gente que se dedica a explotarlos. Elaborados mediante tejidos, pueden ser realizados en armazones de madera o hierro para mejorar su estructura.

2.2. Un segundo panel empleando maquinaria para obtener diferentes propiedades físicas, influenciadas directamente por la tecnología utilizada. El tipo de maquinaria a usar serían prensas. En éstos paneles no intervendría ningún

otro material, a excepción de los pegantes; es decir, serán paneles elaborados únicamente de suro y carrizo.



## Bibliografía.

ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano. "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra. Elaboración de paneles y proceso constructivo". ISBN 978-9972-855-03-0. PE – 2008.

CAMPOS, Jorge; PEÑALOZA, Rubén; KAHLER, Carlos; POBLETE, Hernán, CABRERA, Jorge. "Bambú en Chile" CL – 2003.

CHANCHÍ, José; BONILLA, Diego; GAVIRIA, John; GIRALDO, John. "Ensayos a compresión y tensión diagonal sobre muretes hechos a base de papel periódico reciclado y engrudo de almidón de yuca" ISSN 0718-5073. CL – 2008.

MORA, Lena; HERNÁNDEZ, Jorge; MARTINERA, José; ARIEL, Sandy. "El tablero de bambú prensado, una nueva propuesta tecnológica" CU: 2005.

PREDES (Desarrollo de Capacidades Locales para la Planificación y Gestión en los Distritos de Grocio Prado y Alto Larán). "Construyendo con quincha mejorada" PE – 2009.

RODRÍGUEZ, Luis; MARISCAL, Jorge. "Cómo construir viviendas de quincha mejorada". ISBN 978-9972-47-183-4. PE – 2009.

VIVAR, Álvaro. "Determinación del rendimiento en la fabricación de tableros de bambú en la etapa de procesos de corte". CL – 2005.

[www.eco-materiales.org](http://www.eco-materiales.org). Acceso: 7 Mayo 2011. 10:30 AM.

## Fuentes de Fotos y Gráficos

1. [www.piscuifoto.nirudia.com](http://www.piscuifoto.nirudia.com). 17 de Marzo de 2011.
2. [www.faua.arquitectura.edu.pe](http://www.faua.arquitectura.edu.pe). 17 de Marzo de 2011.

3. [www.alternativasparalaconstruccion.blogspot.com](http://www.alternativasparalaconstruccion.blogspot.com). 1 de Abril de 2011.

8. ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano, en "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra". Página 24. 15 de noviembre del 2010.

9. ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano, en "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra". Página 23. 15 de noviembre del 2010.

10. ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano, en "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra". Página 21. 15 de noviembre del 2010.

11. ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano, en "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra". Página 21. 15 de noviembre del 2010.

12. VIVAR, Álvaro, en "Determinación del rendimiento en la fabricación de tableros de bambú en la etapa de procesos de corte". Página 16. 25 de febrero del 2011.

13. VIVAR, Álvaro, en "Determinación del rendimiento en la fabricación de tableros de bambú en la etapa de procesos de corte". Página 16. 25 de febrero del 2011..

14. VIVAR, Álvaro, en "Determinación del rendimiento en la fabricación de tableros de bambú en la etapa de procesos de corte". Página 16. 25 de febrero del 2011.

16. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 27 de Junio de 2011.

17. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 3 de Mayo de 2011.

19. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 3 de Mayo de 2011.

21. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 3 de Mayo de 2011.

23. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 3 de Mayo de 2011.

23. [www.eco-materiales.net](http://www.eco-materiales.net). 3 de Mayo de 2011.

## Citas Bibliográficas

- (2) ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano. "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra. Elaboración de paneles y proceso constructivo". ISBN 978-9972-855-03-0. PE – 2008; pg. 17

(3) Ídem.

(4) [www.eco-materiales.org](http://www.eco-materiales.org). Acceso: 7 Mayo 2011. 10:30 AM.

(5) Ídem.





## Capítulo 4

### Propuesta de Paneles

## 4. Propuesta de paneles

### 4.1 Principios de Modulación

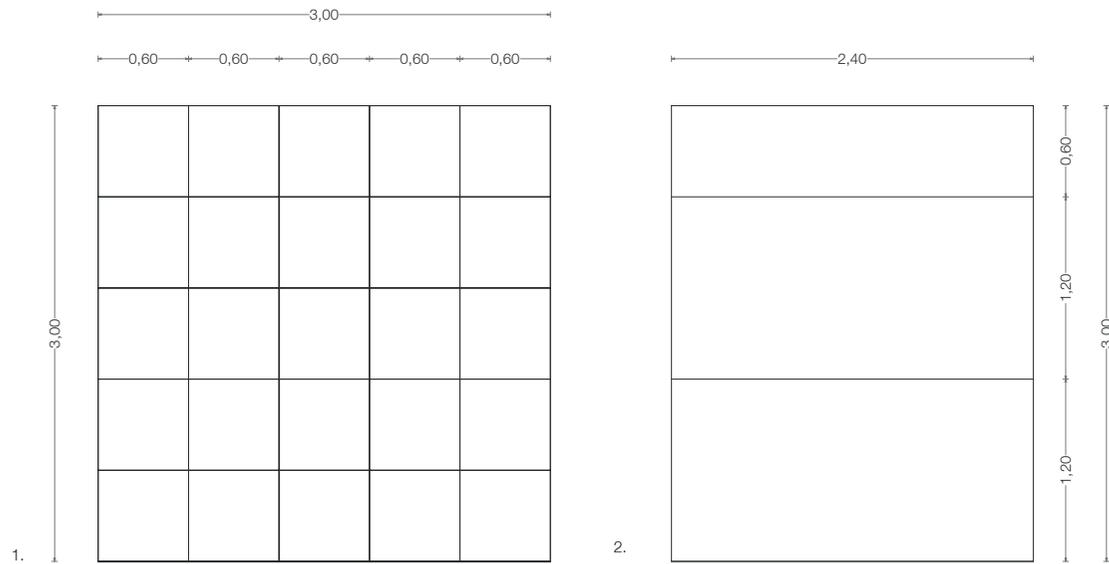
#### 4.1.1 Criterios de Diseño

Se define modulación como la organización dimensional en una edificación; los elementos que constituyen dicha construcción parten de una medida común que los relaciona, denominada módulo. Un módulo es prácticamente, la unidad fundamental de medida del sistema modular que controla las dimensiones de los elementos y espacios en una edificación. El módulo se convierte en el incremento dimensional mínimo y básico, a la vez. Se caracteriza por ser, además de una unidad de medida, un coeficiente numérico, debido a que el resto de dimensiones deberán ser múltiplos de éste (sin importar que sean múltiplos entre ellos).

Son distintas variables las que se toman en cuenta para determinar un módulo básico, siendo erigidas en base a las medidas del cuerpo humano, el uso de la edificación, los materiales existentes y el mobiliario que lo constituye. Así, el módulo básico constituye la primera medida para las magnitudes de la escala modular. La coordinación modular, basada en la consideración de un módulo básico y de unos multimódulos o submódulos preferentes, tiene precisamente

por objeto conseguir una coordinación dimensional, que permita una construcción con el mínimo desperdicio posible. El actual concepto de la utilidad del diseño modular trasciende más allá de las relaciones estéticas o armónicas previamente planteadas. El propósito principal en la actividad es obtener la máxima economía para el uso de las partes modulares. La finalidad general del módulo es convertirse en la base dimensional para los productos industriales normalizados de la edificación; de manera tal que las dimensiones de estos elementos se encuentren claramente ligados entre sí, creando una gama que debe corresponder, ineludiblemente, las necesidades de los componentes actuales.

Al analizar los componentes de una edificación, por ejemplo, la estructura, rellenos y otros elementos semejantes, se encuentra la desventaja de que el módulo base no satisface las necesidades de simplificación. Ante esto, se emplea lo que se conoce como módulo de diseño, cuya característica esencial es ser múltiplo del módulo básico. Se caracteriza por lograr longitudes iguales o, en otro caso, de cualquier



número entero de intervalos modulares.

El tamaño del módulo debe ser lo suficientemente adecuado para que sus respectivos componentes puedan ser dispuestos en un cierto número de ubicaciones diferentes. Lo óptimo sería lograr un mayor número de combinaciones de armado con el menor número de tamaños. Es esencial que la suma de sus magnitudes elementales pertenezca siempre a la serie y que los términos de la serie sean integrales para adición o repetición de algunos elementos.

## Criterios de Diseño

Para el diseño es importante tener en cuenta ciertos criterios al momento de preparar los componentes modulares, como la estructura portante que se colocará coincidiendo con la línea del diseño modular, a excepción de que las consideraciones técnicas exijan una colocación distinta. Cualquier otro componente constructivo se colocará dentro

de la zona modular.

Existen dos caminos abiertos para el desarrollo del sistema modular:

- Diseño sobre una malla modular, donde tanto las dimensiones principales como los detalles se encajan en la malla.
- Diseño con elementos modulares, donde primero se dimensionan cada uno de los componentes (o pueden obtenerse de un catálogo de proveedores) y posteriormente se combinan, sin necesidad de una malla modular.

1, 2. diagramas de modulación.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.1 Paneles Categoría 1

#### Paneles Categoría 1

Son paneles formados únicamente para la creación de texturas para revestimiento.

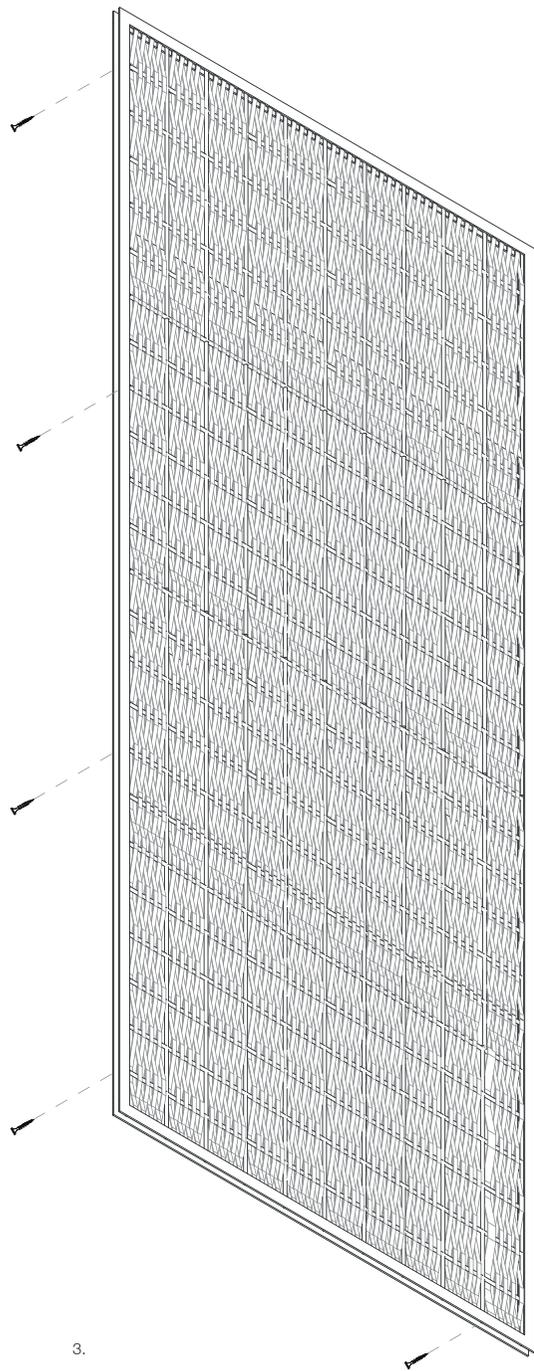
Uno de los objetivos de esta investigación fue la de estudiar los materiales compatibles, que permitan un mejor trabajo de montaje y anclaje. Los materiales recomendados son la madera y el hierro para esta categoría.

El módulo para los paneles se obtuvo, siguiendo las medidas de paneles comerciales actuales: 2,40 centímetros de largo y 1,20 centímetros de ancho o en su defecto si se tratara de paneles de cielo raso se optará por la modulación de 60 centímetros x 60 centímetros.

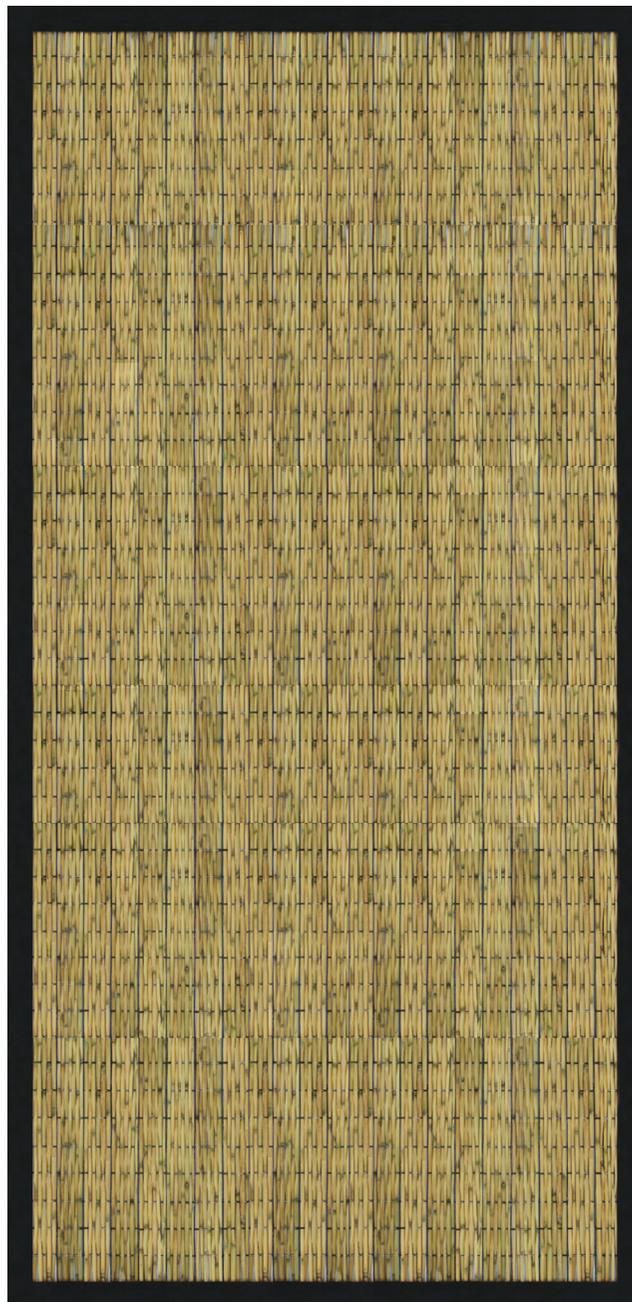
#### Panel 1A

El uso artesanal utilizado como base de este panel son las canastas de carrizo, que se realizan a base de un armazón estructural del mismo material por el que se entretejen las demás cintas de carrizo.

Este es un panel formado por un armazón doble de hierro, el cual atrapa mediante soldadura a una malla electro-soldada de cuadros de 10 centímetros o 5 centímetros. En este proceso, se teje el carrizo o el suro, obteniendo paneles a manera de estera en un bastidor metálico como estructura.



3.



4.

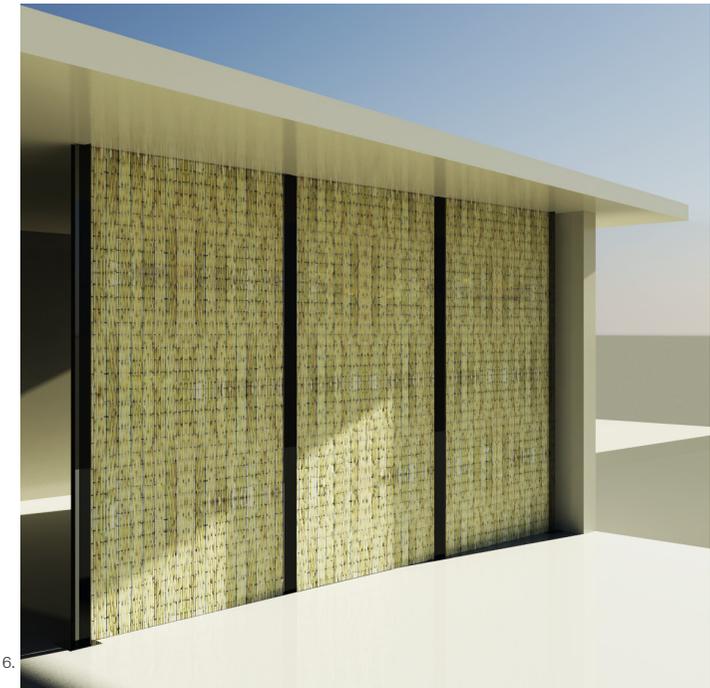
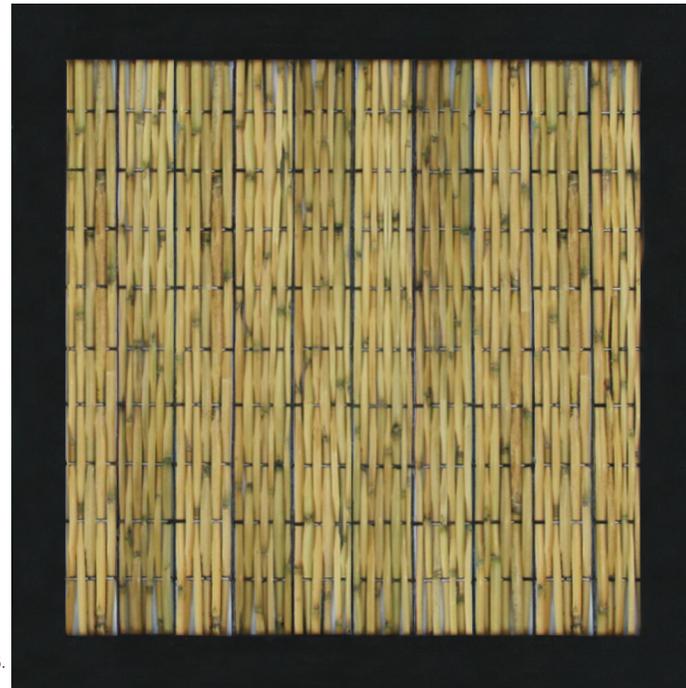
5. axonometría de construcción de paneles  
esc\_1:20  
6. panel tejido de 240 x 120 cm.



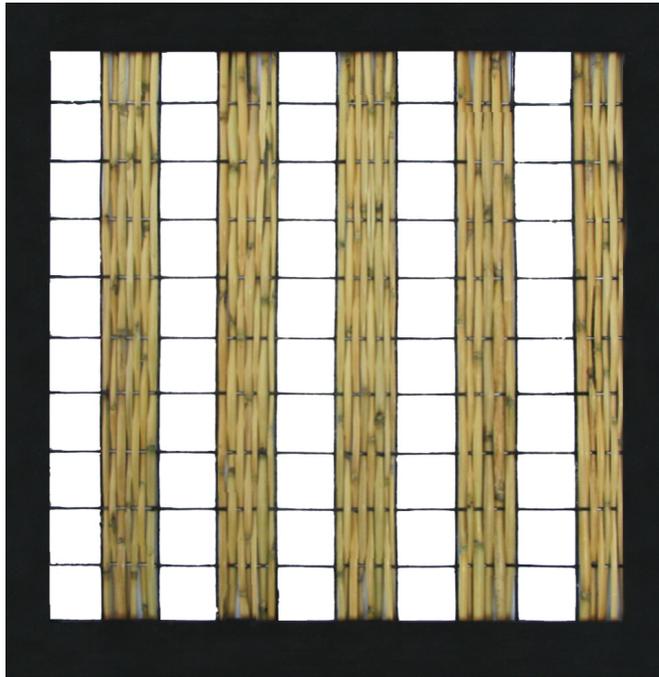
## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

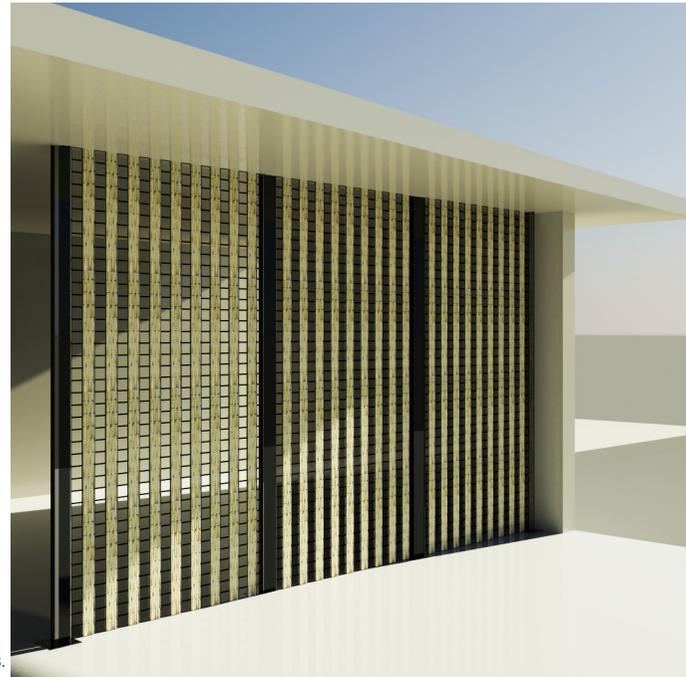
#### 4.2.1 Paneles Categoría 1



PANEL DE CARRIZO 1A.1				
600 x 600 x 9mm	Unidad		Cantidad usada	
Pletina 50mm x 3	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	6	9,91	4,4	7,27
Malla 5 cm x 5 cm	Area (m2)	Costo	Area (m2)	Costo
	0,75	3,27	0,36	1,57
Soldadura	Punto (u)	Costo	Puntos	Costo
	1	7,27	1	1,82
Pintura Anticorrosiva Negra	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	15,66	0,063	0,98
Carrizo	1 carrizo laminado (m)	Costo	Unidad	Costo
	40	0,18	39,6	0,18
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>11,81</b>



7.



8.

**PANEL DE CARRIZO 1A.2**

600 x 600 x 9mm	Unidad		Cantidad usada	
Pletina 50mm x 3	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	6	9,91	4,4	7,27
Malla 5 cm x 5 cm	Area (m2)	Costo	Area (m2)	Costo
	0,75	3,27	0,36	1,57
Soldadura	Punto (u)	Costo	Puntos	Costo
	1	7,27	1	1,82
Pintura Anticorrosiva Negra	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	15,66	0,0625	0,98
Carrizo	1 carrizo laminado (m)	Costo	Unidad	Costo
	40	0,09	19,8	0,045
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>11,68</b>

7. panel tejido 1A.2 60x60 cm.

8. uso de panel 1A.2.

página anterior.

5. panel tejido 1A.1 60x60 cm.

6. uso de panel 1A.1.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.1 Paneles Categoría 1

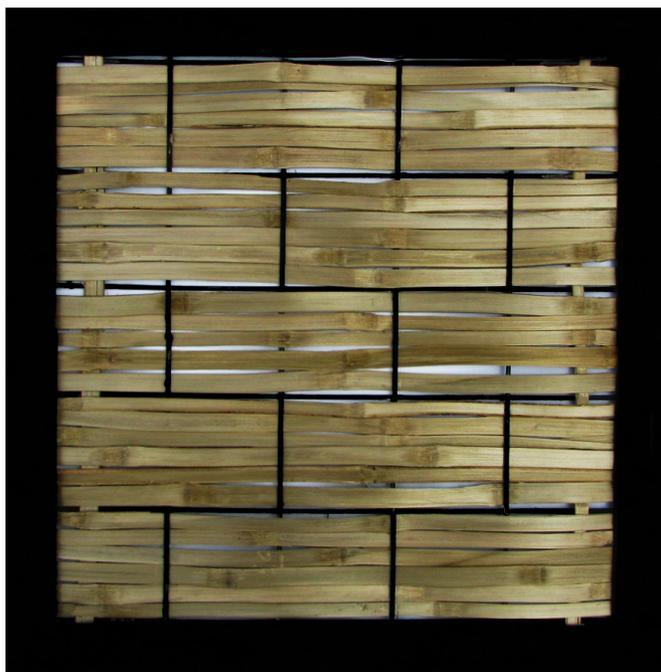


9.



10.

PANEL DE CARRIZO 1A.3				
600 x 600 x 9mm	Unidad		Cantidad usada	
Pletina	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	6	9,91	4,4	7,27
Malla Electrosoldada 10 cm x 10 cm	Area (m2)	Costo	Area (m2)	Costo
	15,25	36,52	0,36	0,86
Soldadura	Punto (u)	Costo	Puntos	Costo
	1	7,27	1	1,82
Pintura Anticorrosiva Negra	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	15,66	0,063	0,98
Carrizo	1 carrizo laminado (m)	Costo	Unidad	Costo
	40	0,17	32,4	0,1377
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>11,06</b>



11.



12.

PANEL DE SURO 1A.4				
600 x 600 x 9mm	Unidad		Cantidad usada	
Pletina 50mm x 3	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	6	9,91	4,4	7,27
Malla Electrosoldada 10 cm x 10 cm	Area (m2)	Costo	Area (m2)	Costo
	15,25	36,52	0,36	0,86
Soldadura	25% del material	Costo	Puntos	Costo
	1	7,27	1	1,82
Pintura Anticorrosiva Negra	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	15,66	0,063	0,98
Suro	1 suro laminado (m)	Costo	Unidad (m)	Costo
	16	0,6	18,6	0,70
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>11,62</b>

11. panel tejido 1A.4 60x60 cm.

12. uso de panel 1A.4.

página anterior.

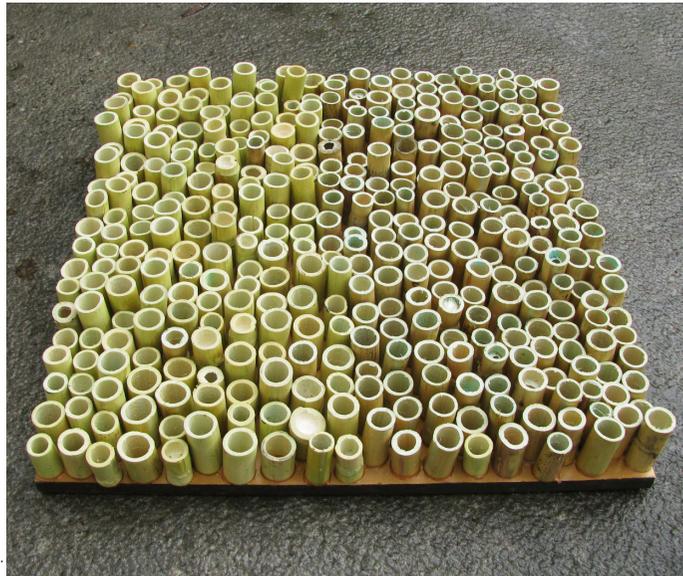
9. panel tejido 1A.3 60x60 cm.

10. uso de panel 1A.3.

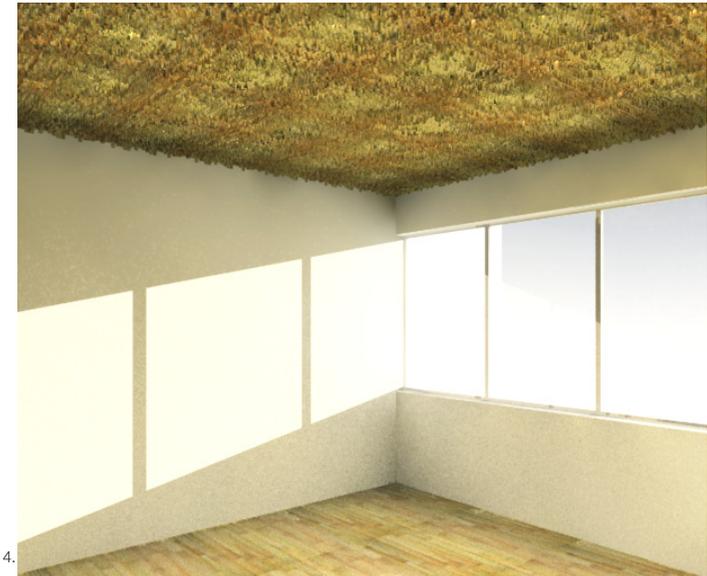
## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.1 Paneles Categoría 1



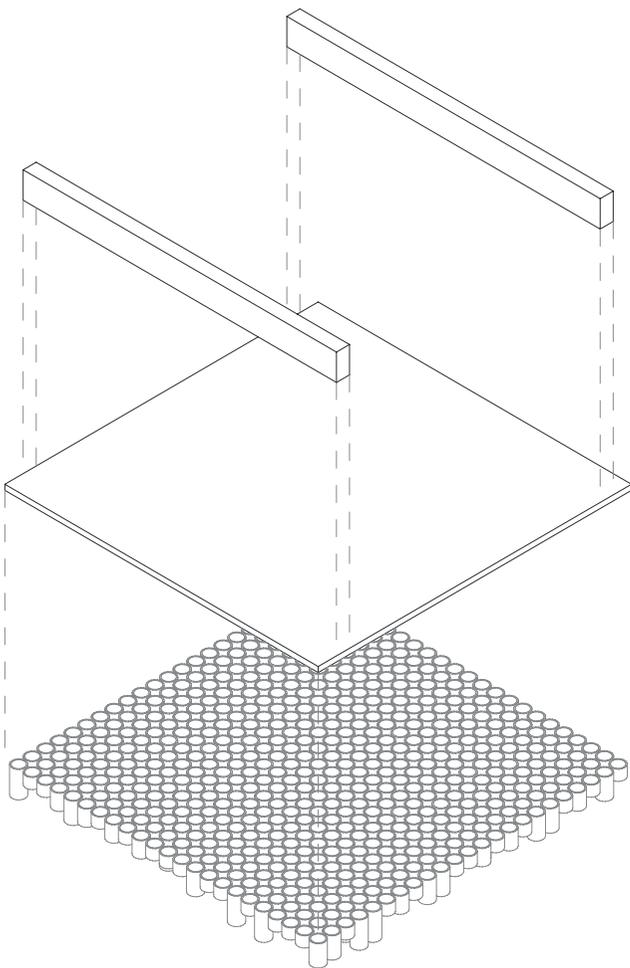
13.



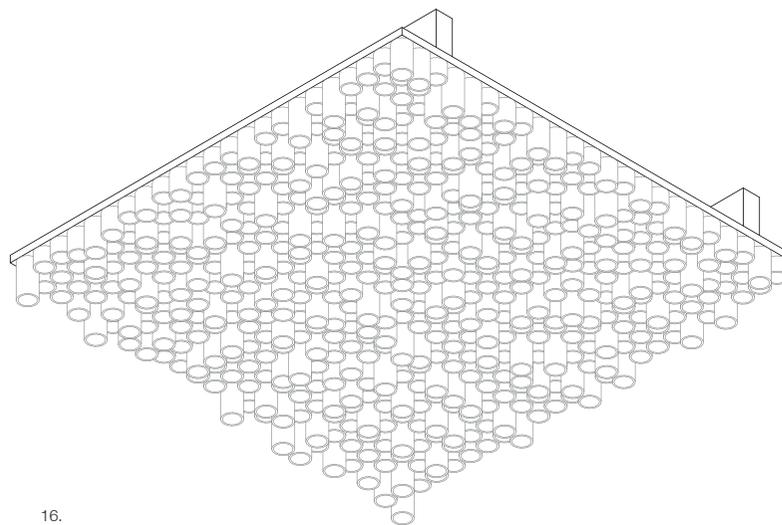
14.

Se realiza un panel de cielo raso de 60 centímetros x 60 centímetros formado por culmos de carrizo de diferentes longitudes, pegados a una plancha aglomerada (con una mezcla de urea formaldehida y PVA), montado a una sub estructura para lograr anclar a las viguetas de cielo raso. Éste panel brinda condiciones acústicas al espacio.

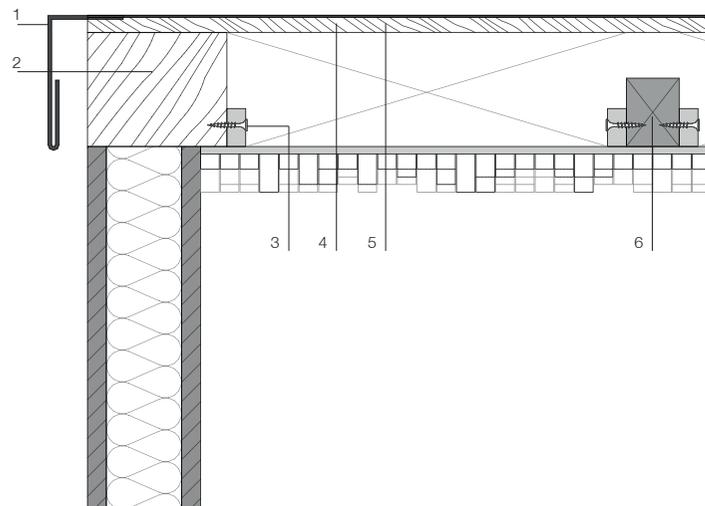
PANEL DE CARRIZO 1B				
60 x 60 cm	Unidad		Cantidad usada	
Tablero MDF e=1cm	Área (m2)	Costo	Área (m2)	Costo
	3,6	35	0,36	3,50
Pegamento	Gramos	Costo	Gramos	Costo
	1	15,66	0,0625	0,98
Carrizo	1 Atado	Costo	Unidad	Costo
	50	4,5	4	0,36
Mano de Obra	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	60	2,86
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>7,70</b>



15.



16.



17.

- 1 goterón metálico.
- 2 riostra de cubierta.
- 3 perno de anclaje de 2".
- 4 panel prensado de 1,7cm, con capa asfáltica
- 5 panel 1B.
- 6 vigueta de cielo raso de 7x7cm.

- 15. axonometría de construcción de panel de carrizo, para cielo raso. (panel 1B) esc\_1:10
- 16. axonometría de panel de carrizo, para cielo raso. (panel 1B) esc\_1:10
- 17. detalle de montaje esc\_1:10

página anterior.  
 13. panel 1B.  
 14. uso de panel 1B.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.1 Paneles Categoría 1



18.



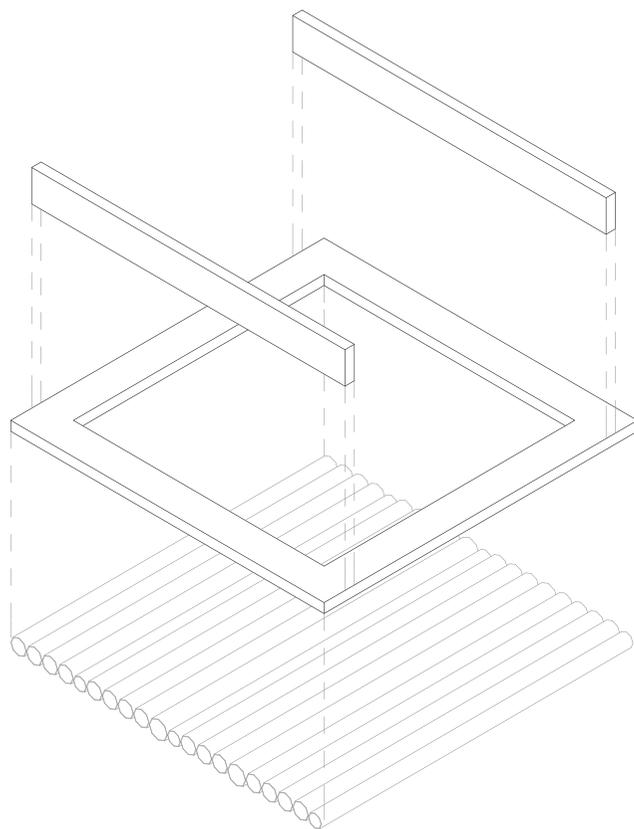
19.

Para realizar el panel de cielo raso de carrizo, se realiza un marco de madera de 60 centímetros x 60 centímetros, en el que se clava los culmos de carrizo. La manera de anclar el panel es igual que en el caso anterior, se arma una sub estructura de manera a la que se clava en las viguetas.

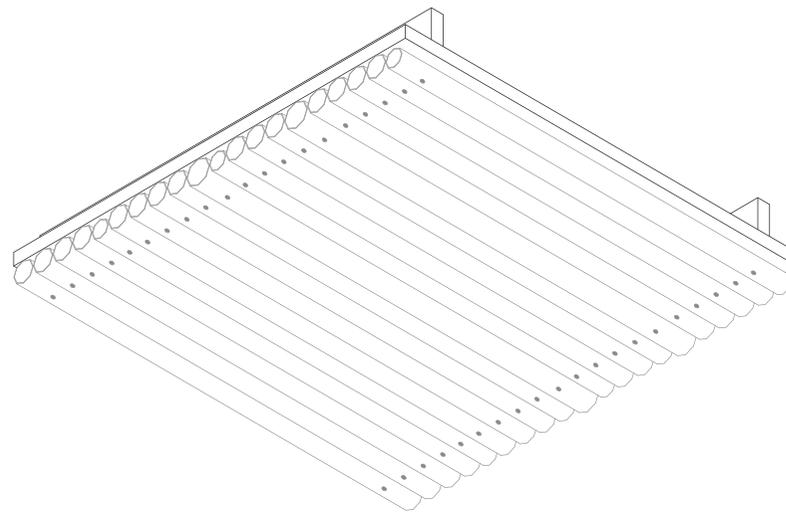
Este panel no solo puede ser utilizado como cielo raso sino como revestimiento de paredes, en este caso tendría variaciones de anclaje a la estructura o la pared en caso de revestimiento de muros.

**PANEL DE CARRIZO 1C**

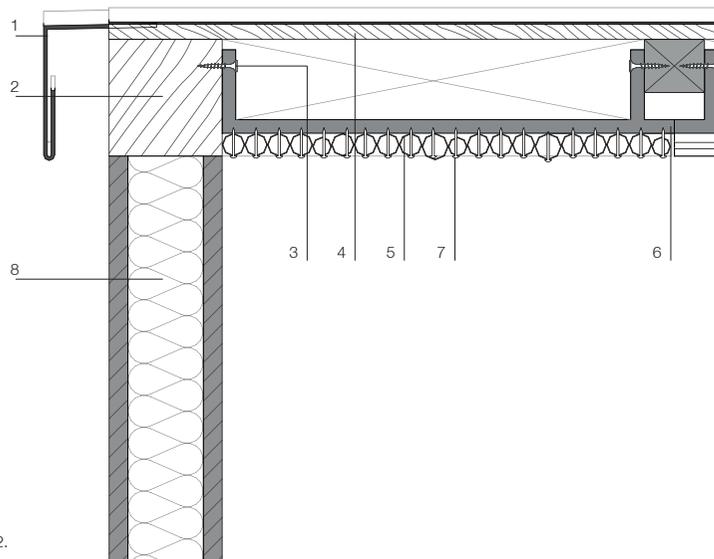
60 x 60 cm	Unidad		Cantidad usada	
Madera 6,5 x 1,7 cm	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	3	2,2	2,14	1,57
Clavo 2 pulg.	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	50	0,5	48	0,48
Carrizo	1 Atado	Costo	Unidad	Costo
	50	4,5	4	0,36
Mano de Obra	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	40	1,90
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>4,31</b>



20.



21.



22.

- 1 goterón metálico.
- 2 riostra de cubierta.
- 3 perno de anclaje de 2".
- 4 panel prensado de 1,7cm, con capa asfáltica
- 5 panel 1C.
- 6 vigueta de cielo raso de 7x7cm.
- 7 clavos de 2".
- 8 muro de tableros prensados rellenos al interior con lana de vidrio.

- 20. axonometría de construcción de panel de carrizo, para cielo raso. (panel 1C) *esc\_1:10*
- 21. axonometría de panel de carrizo, para cielo raso. (panel 1C) *esc\_1:10*
- 22. detalle de montaje *esc\_1:10*

página anterior.  
18. panel 1C.  
19. uso de panel 1C.

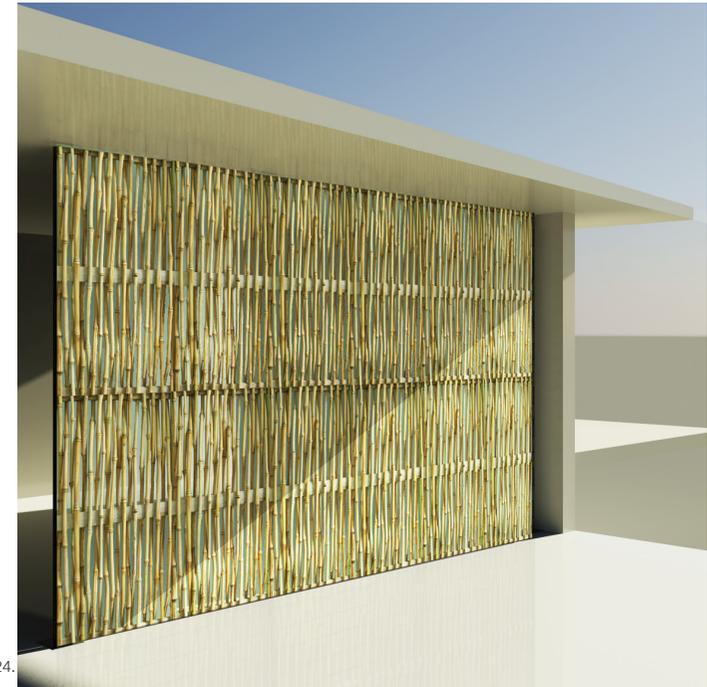
## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.1 Paneles Categoría 1



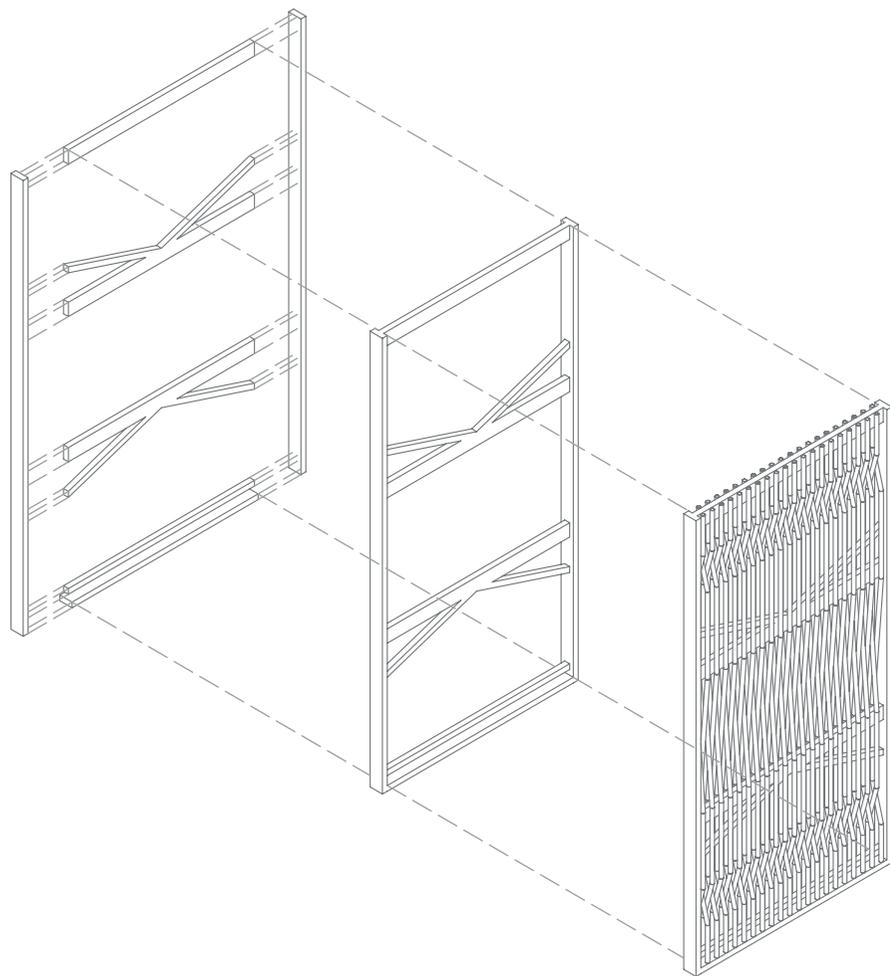
23.



24.

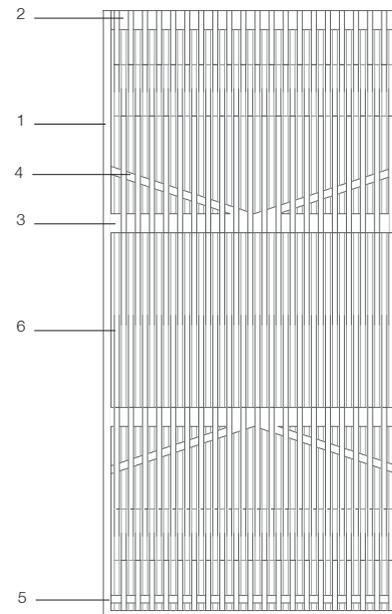
Este panel es una repetición del panel de quincha o bahareque que se detalló en el capítulo III; se propone la misma estructura como textura, divisiones interiores y apergolados sin recubrimiento de tierra, en caso de climas más cálidos se puede utilizar inclusive como paredes exteriores.

PANEL DE SURO 1D				
120 x 60 cm	Unidad		Cantidad usada	
Madera 6,5 x 1,7 cm	Longitud (m)	Costo	Longitud (m)	Costo
	3	2,2	3,81	2,79
Clavo 2 pulg.	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	50	0,5	12	0,12
Carrizo	1 atado (u)	Costo	Unidad	Costo
	13	4	12,6	3,88
Mano de Obra	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	30	1,43
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>8,22</b>

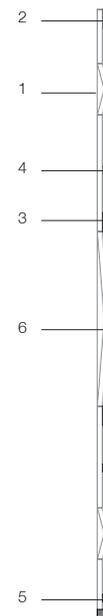


25.

26.



27.



28.

- 1 parante de madera, 240 x 75 x 3 mm.
- 2 solera de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 3 travesaño de madera, 75 x 114 x 3 mm.
- 4 liston de madera, 3 x 3 cm.
- 5 pieza de madera 3 x 3cm
- 6 culmos de carrizo.

- 25. axonometría de construcción de panel (panel 1D)esc\_1:30.
- 26. planta panel de quincha mejorada (panel 1D), escala 1 : 20.
- 27. elevación panel de quincha mejorada (panel 1D), escala 1 : 20.
- 28. corte panel de quincha mejorada (panel 1D), escala 1 : 20.

página anterior  
 23. panel 1D.  
 24. uso del panel 1D.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



29.



30.

### Paneles – Categoría 2

Son paneles obtenidos al prensar carrizo o suro. En un inicio se plantea la posibilidad de regularizar la materia prima para posteriormente ser prensada, así es como, en el caso del suro esta alternativa se ve obstaculizada por la cantidad de desperdicio que produciría únicamente en la primera fase de selección del material recto, pues los culmos de este bambú andino son más bien irregulares; en cuanto al carrizo, por su fragilidad es igualmente difícil lograr cintas del mismo tamaño ya que debería pasar por máquinas y éstas destrozarían al culmo.

Al no poder utilizar máquinas para regularizar el material a prensar, se opta por tomar recursos artesanales y métodos de preparar el material que agilicen el proceso de fabricación de dichos paneles.

### Panel 2 A

Este panel se logra por prensar varias capas de esteras de láminas de suro de acuerdo al uso que se quiera dar, en el caso de necesitar un panel de cielo raso se puede utilizar de una a dos capas del material, mientras que si va a formar parte de la estructura de muros es recomendable utilizar 5 capas de prensado.

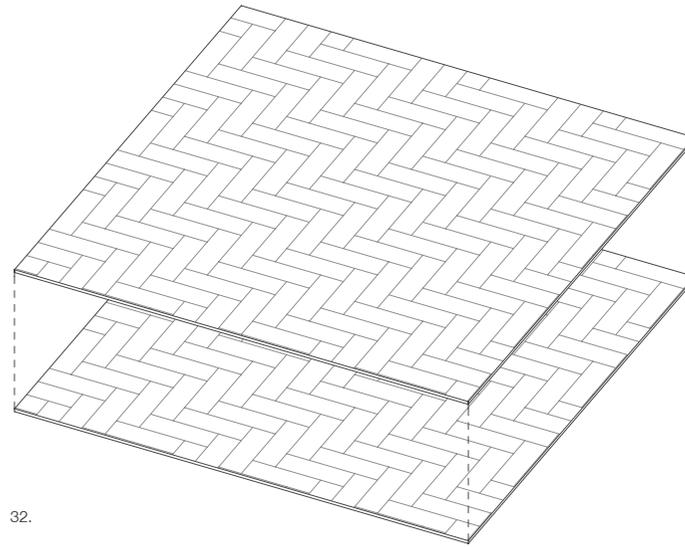
Como primera etapa de este panel, la selección del material es un punto muy importante a tomar en cuenta, si los culmos son irregulares las láminas obtenidas de ellos también y las esteras van a tener huecos por donde se va a filtrar el pegamento, por este motivo tomamos el tejido trenzado que permite menos espacios libres entre cintas de suro, en la zona de San Joaquín hay artesanos que se dedican a este oficio y que realizan un trabajo de alta calidad.

Siguiendo con el proceso de fabricación, se prepara una mezcla con Urea Formalehida al 50% y PVA o goma blanca al 50% (dato tomado del proyecto “Planta Piloto de Investigación, Producción y Transferencia Tecnológica en

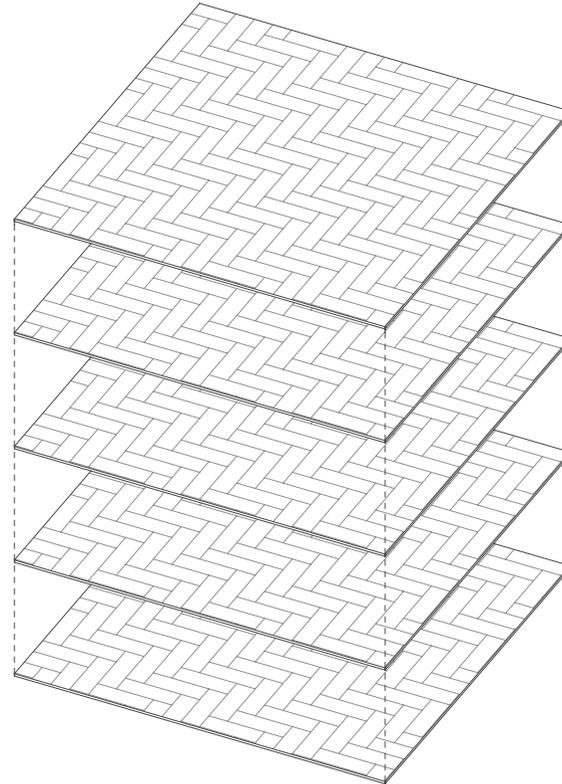


31.

Uso de Ecomateriales Innovadores para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo”), este pegante se unta entre las esteras de manera homogénea para luego ser prensadas a 100o C, en el caso del panel de dos esteras se prensó a 15 kilogramos mientras que el panel de cinco esteras se prensó a 25 kilogramos con la misma temperatura.



32.



33.

- 31. rectificación de bordes. estera untada de pegamento.
- 32. axonometría de composición de panel prensado para cielo raso (panel 2A.1).
- 33. axonometría de composición de panel prensado para cielo raso (panel 2A.2).

- página anterior.
- 29. aplicación del pegamento a las capas de estera.
- 30. prensado de esteras.

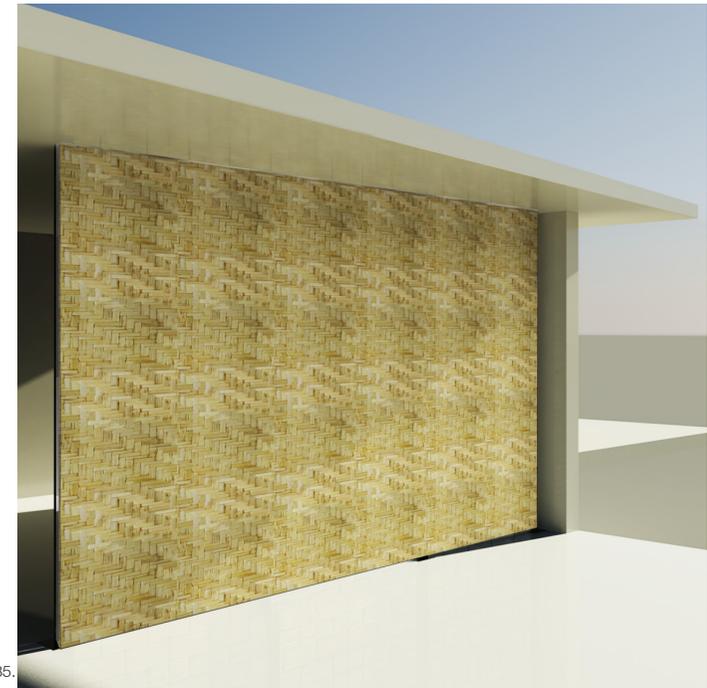
## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



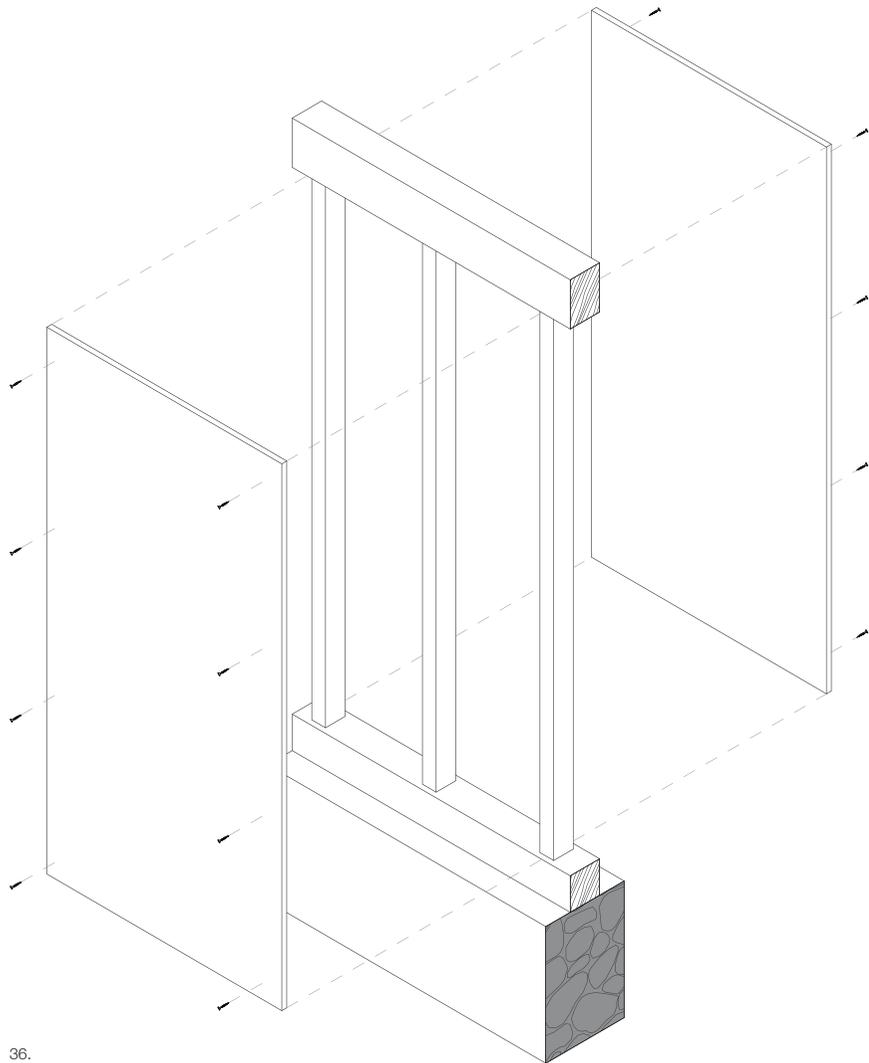
34.



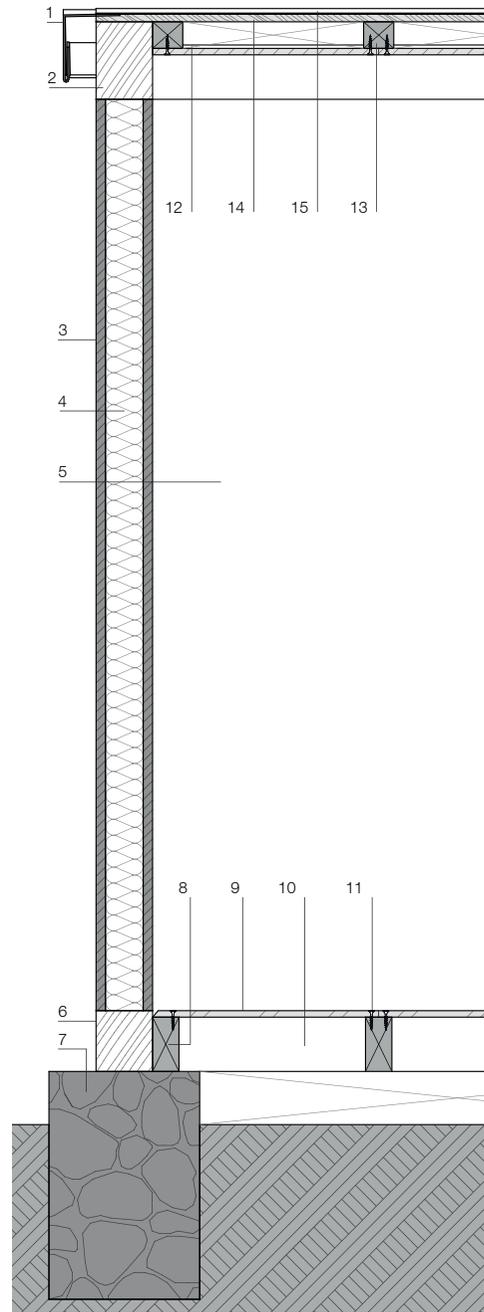
35.

PANEL DE ESTERAS 2A.1				
50 x 50 x 0,4cm	Unidad		Cantidad usada	
Esteras 50 x 50 cm	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	1	1,5	2	3
Pegamento	Gramos	Costo	Gramos	Costo
	54500	104,9	160	0,28
Barniz	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	13,87	0,063	0,87
Mano de Obra (prensado)	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	20	0,95
Maquina de Prensado	5 Años (min)	Costo	Unidad	Costo
	739200	1176	20	0,03
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>5,13</b>

PANEL DE ESTERAS 2A.2				
50 x 50 x 1,3cm	Unidad		Cantidad usada	
Esteras 50 x 50 cm	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	1	1,5	2	3
Laminas 50 x 50 cm	1 suro laminado (m)	Costo	Unidad	Costo
	16	0,6	15	0,56
Pegamento	Gramos	Costo	Galon	Costo
	54500	105	160	0,28
Barniz	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	13,9	0,063	0,87
Mano de Obra (prensado)	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	20	0,95
Maquina de Prensado	5 Años (min)	Costo	Unidad	Costo
	739200	1176	20	0,03
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>5,69</b>



36.



37.

- 1 Goterón
- 2 solera de madera ,  
75 x 114 x 3 mm.
- 3 panel de 2A anclado a  
estructura secundaria.
- 4 lana de vidrio.
- 5 panel de 2A.
- 6 riostra de madera de 15x15
- 7 cemento de Hormigón  
Ciclopeo.
- 8 viguetas de madera de  
140x170 mm
- 9 panel estructural de piso  
2A.2
- 10 riostra de 150x150 mm
- 11 perno de anclaje
- 12 sub estructura de cielo  
raso
- 13 vigueta de cielo raso de  
70x70 mm
- 14 panel de cubierta
- 15 capa asfáltica.

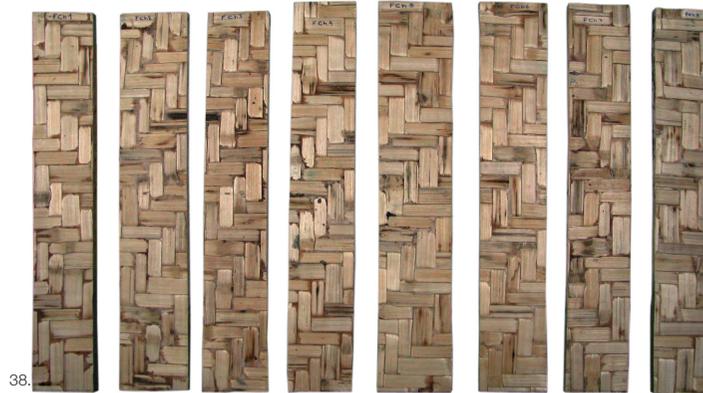
36. detalle de montaje para  
cielo raso (panel 2A.1).
37. detalle de montaje para  
piso (panel 2A.2).

- página anterior.
34. panel 2A, 50 cm x 50  
cm.
  35. uso del panel.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



38.



39.

### Ensayo de Flexión

#### Panel 2 A.2

Con la asesoría de Ingenieros, y en base a lo que dicta la norma (ver anexo 5, numeral 4) además de entender que se trata de un estudio inicial del material, se vio necesario realizar dos tipos de ensayos en los paneles obtenidos; el ensayo de Flexión Estática y el de Dureza.

Las probetas se obtuvieron de paneles preparados en la Planta Piloto de Investigación de Ecomateriales, posteriormente se trasladaron las probetas para realizar los ensayos al Laboratorio de Sólidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), se utilizó una Máquina Universal de Ensayos INSTRON.

Tanto para el ensayo de Flexión como para el de Dureza se

prepararon 8 probetas y cada una de ellas estabilizadas al 12 % de contenido de humedad, utilizando para ello un horno a 105° C.

Los Ensayos se realizaron el 28 de Abril del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

Las probetas para éste ensayo fueron elaboradas de acuerdo a la Norma ASTM D1037-99, que permite obtener resultados aceptables y representativos del material.

De acuerdo a la norma que se mencionada, se obtuvieron:  
- Probetas de los tableros de Chusquea (50 x 50 x 1,7) de 7,6 centímetros de ancho y una de longitud de 46 centímetros que satisface las 24 veces el espesor nominal.

Una vez terminado los ensayos de cada probeta, se registraron el tipo de falla, ya sea en tracción o compresión. La mayoría de las probetas tiene muestra de fracaso en la zona sometida a compresión.

Datos, Fórmulas y Resultados Obtenidos

$M = F \cdot L / 4$  Momento de Flexión  
 $I = a \cdot e^3 / 12$  Momento de Inercia  
 $d$  Deflexión

$F$  Carga Máxima  
 $\sigma = M \cdot c / I$  Esfuerzo  
 $c = e / 2$   
 $E = (m \cdot L^3) / (48 \cdot I)$  Módulo Elasticidad  
 $m = \Delta F / \Delta d$  Pendiente

**ENSAYO DE FLEXIÓN PANEL 2A.2**

Probeta	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Fuerza (Kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Inercia (mm <sup>4</sup> )	Momento Flexión (kg/mm)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)	Deflexión (mm)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (MPa)
FCH 1	481	74,67	13,43	63	266	15072,77	4803,75	214,01	21,40	22,17	980,40	98,04
FCH 2	477	80,60	10,93	46	261	8770,30	3507,50	218,56	21,86	21,75	1280,55	128,06
FCH 3	478	76,07	10,87	52	282	8141,81	3965,00	264,68	26,47	23,50	1539,12	153,91
FCH 4	482	76,03	13,10	57	226	14243,53	4346,25	199,87	19,99	18,83	1402,68	140,27
FCH 5	482	76,93	13,50	54	204	15773,05	4117,50	176,21	17,62	17,00	1465,28	146,53
FCH 6	481	75,73	13,20	69	196	14514,71	5261,25	239,23	23,92	16,33	1987,33	198,73
FCH 7	481	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FCH 8	481	70,67	13,43	71	268	14265,33	5413,75	254,84	25,48	22,33	1607,71	160,77
							<b>Promedio</b>	<b>223,91</b>	<b>22,39</b>		<b>1282,86</b>	<b>128,29</b>

**ENSAYO DE FLEXIÓN PANEL 2A.2**

FCH 1	481	74,67	13,43
FCH 2	477	80,60	10,93
FCH 3	478	76,07	10,87
FCH 4	481,5	76,03	13,10
FCH 5	481,5	76,93	13,50
FCH 6	481	75,73	13,20
FCH 7	481	--	--
FCH 8	480,5	70,67	13,43

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



40.

41.



42.



## Ensayo de dureza

### Panel 2 A.2

Con éste ensayo lo que se busca es determinar la dureza de la superficie expuesta de un panel, para ello los ensayos se basan en el método conocido como Dureza Janka.

Los Ensayos se realizaron el 28 de Abril del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

Las probetas para éste ensayo fueron elaboradas de acuerdo a la Norma ASTM D1037-99, que permite obtener resultados aceptables y representativos del material.

La norma indica ensayar probetas de las siguientes características:

- Para el tablero de Suro, las probetas fueron de 7,6 centímetros de ancho y una de longitud de 15 centímetros

(panel de esteras y de carrizo aplastado).

- Para el prototipo obtenido de la compactación de piezas de suro, debido al tamaño de la muestra. Se hizo directamente sobre ésta, el ensayo de dureza.

Los paneles elaborados de suro (estera y retazos), se fabricaron con la parte interna del material, por lo que el ensayo de dureza registra la capacidad que tiene esta capa para soportar ralladuras y cargas colocadas sobre los paneles fabricados.

Datos, Fórmulas y Resultados Obtenidos							
p:		Penetración bola Janka (mm)			r=5.8 (mm) Radio esfera		
A=pi x r <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )		Área proyectada de bola Janka					
M= ΔF/Δp		Módulo de Dureza (kg/mm)					
σ=Dureza Janka/A		Esfuerzo de Dureza (Mpa)					
ENSAYO DE DUREZA PANEL 2A.2							
Probeta	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Dureza Janka (Kg)	Dureza (Kg/cm2)	Dureza (Mpa)	Módulo de Dureza (Kg/mm)
DCH1	149,9	76,54	11,07	436	412,57	41,26	86,27
DCH2	150,8	75,96	10,6	467	441,90	44,19	89,5
DCH3	149,5	75,84	11,78	308	291,45	29,14	62,75
DCH4	151,2	76,45	10,97	371	351,06	35,11	73
DCH5	149,7	76,57	11,17	445	421,08	42,11	97,42
DCH6	149,9	71,07	11,07	458	433,38	43,34	73,14
DCH7	149,8	75,16	10,87	403	381,34	38,13	67,82
DCH8	151,4	75,85	11,87	471	445,69	44,57	84,42
			<b>Promedio</b>	<b>419,875</b>	<b>397,31</b>	<b>39,73</b>	<b>79,29</b>

página anterior.  
**40.** probetas de paneles tipo 2A.2 para ensayo de dureza.  
**41.** probeta en ensayo de dureza  
**42.** probeta ensayada.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



43.



44.

### Panel 2 B

Tomando las experiencias descritas en capítulos anteriores, se plantea un panel de carrizo aplastado y prensado, los culmos se dividen en dos. Se saca la parte interior de los nudos para que el material pueda ser aplastado, de igual manera que en el caso anterior la cantidad de capas a prensar va a depender del uso final.

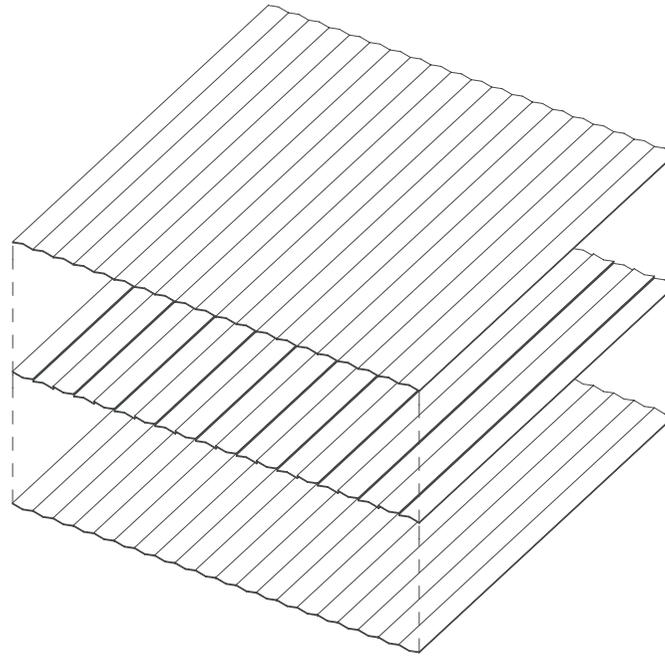
Es importante señalar que la capa exterior del carrizo tiene un recubrimiento natural que no permite su adhesión con el aglutinante utilizado, cuando se trate de un panel de dos capas las caras interiores deben adherirse entre ellas; al tratarse de un panel de 3 capas, la cara interior debe ser lijada para remover la lámina vegetal que recubre al carrizo, y las caras de los culmos va a ser ubicadas de manera alternada para lograr homogeneidad en la estructura general del tablero.

El tablero de dos capas fue prensado a 100o C con una

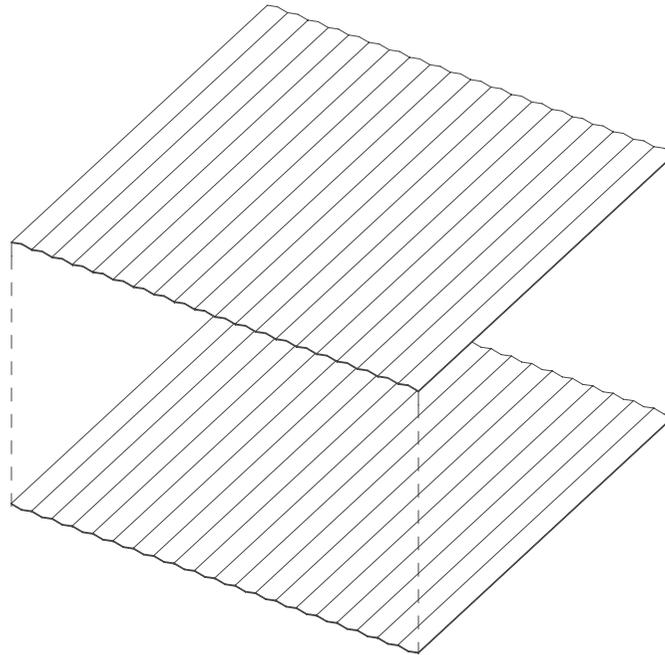
presión de 12 kilogramos, mientras que el tablero de 3 capas fue prensado a 25 kilogramos con la misma temperatura.



45.



46.



47.

45. capas de carrizo aplastado engomadas.  
 46. axonometría de composición de panel prensado de carrizo aplastado para muros y piso (panel 2B.2).  
 47. axonometría de composición de panel prensado de carrizo aplastado para muros, piso y cielo raso (panel 2B.1).

página anterior.  
 43. colocación de pegamento en el carrizo aplastado.  
 44. armado de tres capas de carrizo. (panel 2B.2).



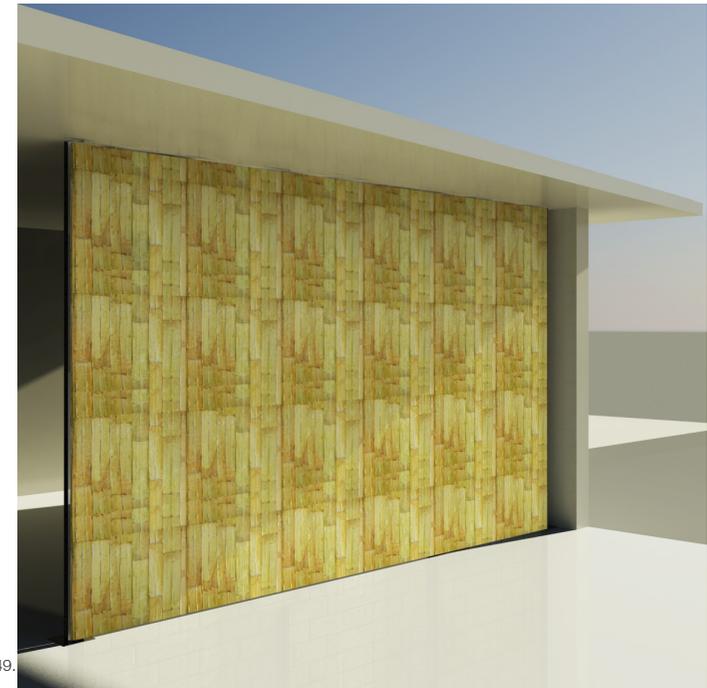
## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



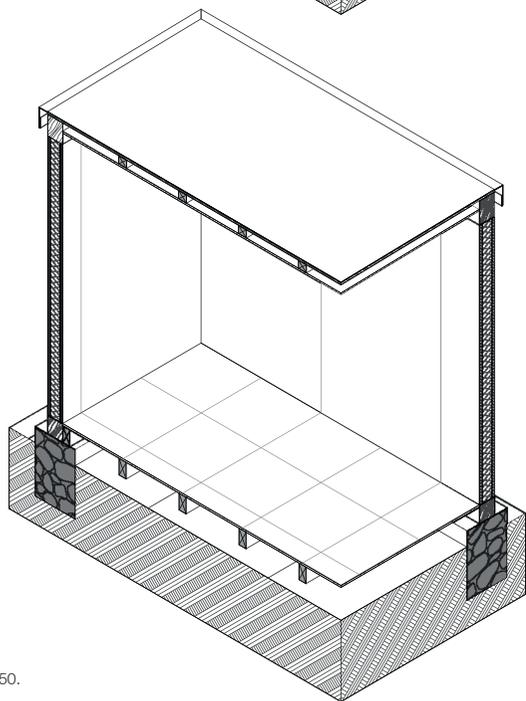
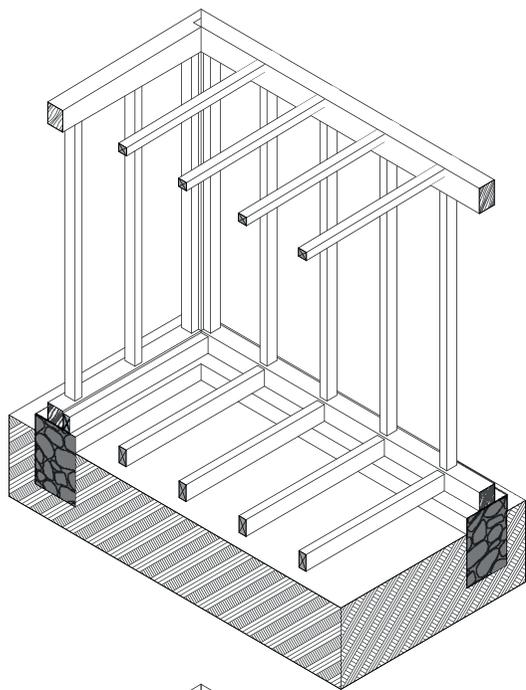
48.



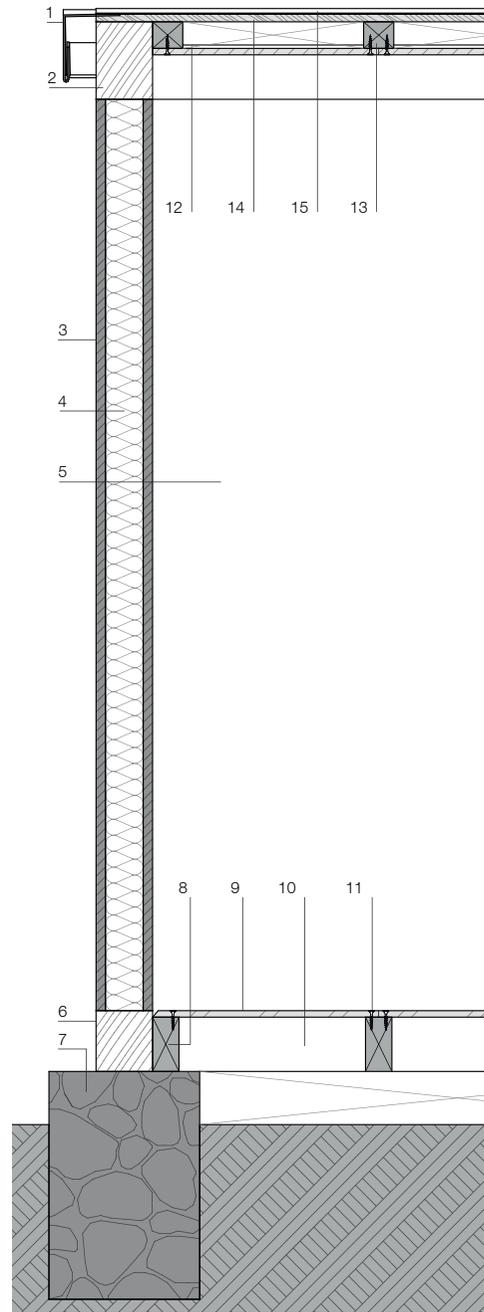
49.

PANEL DE CARRIZO APLASTADO 2B.1				
50 x 50 x 1cm	Unidad		Cantidad usada	
Carrizo	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	1	0,09	2	0,18
Pegamento	Gramos	Costo	Galon	Costo
	54500	104,9	155,5	0,15
Barniz	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	13,87	0,063	0,87
Mano de Obra	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	20,000	0,95
Maquina de Prensado	5 Años (min)	Costo	Unidad	Costo
	739200	1176	20,000	0,03
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>2,18</b>

PANEL DE CARRIZO APLASTADO 2B.2				
50 x 50 x 1cm	Unidad		Cantidad usada	
Carrizo	Unidad	Costo	Unidad	Costo
	1	0,09	3	0,27
Pegamento	Gramos	Costo	Galon	Costo
	54500	104,9	155,5	0,23
Barniz	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	13,87	0,0625	0,87
Mano de Obra	Unidad (min)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	20	0,95
Maquina de Prensado	5 Años (min)	Costo	Unidad	Costo
	739200	1176	20	0,032
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>2,35</b>



50.



51.

- 1 Goterón
- 2 solera de madera ,  
75 x 114 x 3 mm.
- 3 panel de 2A anclado a  
estructura secundaria.
- 4 lana de vidrio.
- 5 panel de 2A.
- 6 riostra de madera de 15x15
- 7 cimiento de Hormigón  
Ciclopeo.
- 8 viguetas de madera de  
140x170 mm
- 9 panel estructural de piso  
2A.2
- 10 riostra de 150x150 mm
- 11 perno de anclaje
- 12 sub estructura de cielo  
raso
- 13 vigueta de cielo raso de  
70x70 mm
- 14 panel de cubierta
- 15 capa asfáltica.

- 50. detalle de montaje para  
cielo raso (panel 2B.1).
- 51. detalle de montaje para  
piso (panel 2B.2).

página anterior.  
48. panel 2B, 50 cm x 50 cm.  
49. uso del panel.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



## Ensayo de flexión

### Panel 2 B

Los Ensayos se realizaron el 28 de Abril del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

Las probetas para éste ensayo fueron elaboradas de acuerdo a la Norma ASTM D1037-99, que permite obtener resultados aceptables y representativos del material.

De acuerdo a la norma que se mencionada, se obtuvieron:

- Probetas de los tableros de Carrizo (50 x 50 x 1) de 7,6 centímetros de ancho y una de longitud de 30 centímetros que satisface las 24 veces el espesor nominal.

Una vez terminado los ensayos de cada probeta, se registraron el tipo de falla, ya sea en tracción o compresión.

La mayoría de las probetas tiene muestra de fracaso en la zona sometida a compresión.

Datos, Fórmulas y Resultados Obtenidos

$M = F \cdot L / 4$       Momento de Flexión  
 $I = a \cdot e^3 / 12$       Momento de Inercia  
 $d$       Deflexión

$F$   
 $\sigma = M \cdot c / I$

Carga Máxima  
Esfuerzo

$E = (m \cdot L^3) / (48 \cdot I)$   
 $m = \Delta F / \Delta d$

Módulo Elasticidad  
Pendiente

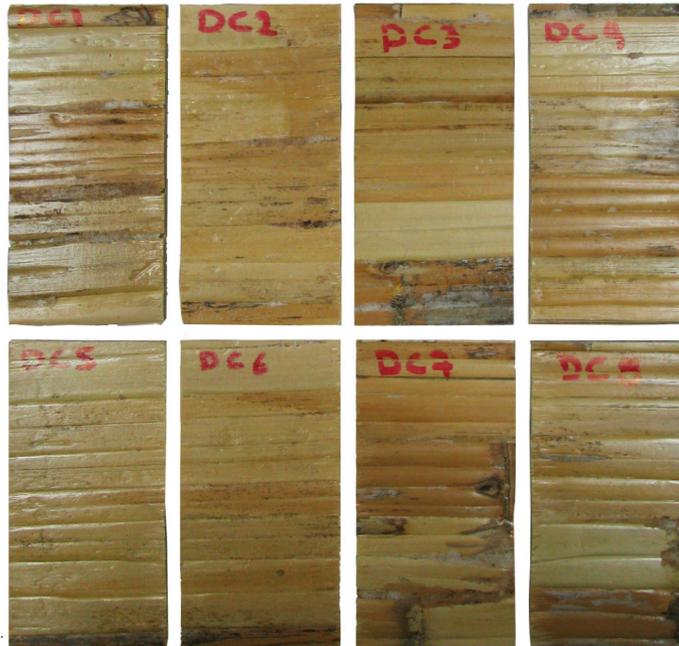
**ENSAYO DE FLEXIÓN PANEL 2B.2**

Probeta	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Fuerza (kg)	Tiempo de Fracaso (seg)	Inercia (mm <sup>4</sup> )	Momento Flexión (kg.mm)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)	Deflexión (cm)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (MPa)
FC1	478,5	76,47	10,20	39	194,5	6762,55	2973,75	224,27	22,43	1,62	8906,81	890,68
FC2	480,5	74,50	11,37	111	71,5	9125,49	8463,75	527,27	52,73	0,60	11614,01	1161,40
FC3	479	76,03	11,57	87	56	9813,05	6633,75	391,07	39,11	0,47	11324,32	1132,43
FC4	447	75,30	10,33	74	58	6916,95	5642,50	421,33	42,13	0,48	12527,88	1252,79
FC5	482	77,00	10,93	73	76	8378,57	5566,25	363,06	36,31	0,63	9820,36	982,04
FC6	481,5	74,97	11,00	141	89	8315,42	10751,25	711,11	71,11	0,74	13129,28	1312,93
FC7	481	75,47	11,37	98	63	9244,31	7472,50	459,54	45,95	0,53	11400,79	1140,08
FC8	480,5	73,43	11,80	51	33,5	10053,99	3888,75	228,20	22,82	0,28	9353,84	935,38
							<b>Promedio</b>	<b>415,73</b>	<b>41,57</b>		<b>11009,66</b>	<b>1085,46</b>

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



56.

## Ensayo de Dureza

### Panel 2 B

Los Ensayos se realizaron el 28 de Abril del 2011, la velocidad de aplicación de la carga fue de 5mm/min.

Las probetas para éste ensayo fueron elaboradas de acuerdo a la Norma ASTM D1037-99, que permite obtener resultados aceptables y representativos del material.

La norma indica ensayar probetas de las siguientes características:

- Las probetas de carrizo fueron de 7,6 cm. de ancho y una de longitud de 15 cm. (panel de estras y de carrizo aplastado).

En este caso, el terminado de los paneles es la piel o cáscara,

por lo que el ensayo se da en esta capa.

Con los datos obtenidos, podemos comparar que los valores de carrizo y suro son muy similares, pero hay que considerar que el ensayo en el carrizo es efectuado en la capa de la piel, mientras que en el suro en la capa interna; concluyendo de ésta manera que el suro resiste mayor dureza, pues por lo general las pieles siempre son más duras, y en este caso la parte interna de un material (que por lo general es la más suave) resulta similar a la externa de otro.

Los valores de dureza encontrados, permite concluir que el material tiende a tener durezas superficiales altas comparadas con maderas consideradas duras, por lo tanto recomendamos para elementos constructivos sometidos al rayado o presiones con elementos agudos.

Datos, Fórmulas y Resultados Obtenidos							
$p:$ $A = \pi \times r^2 \text{ (mm}^2\text{)}$ $M = \Delta F / \Delta p$ $\sigma = \text{Dureza Janka} / A$		Penetración bola Janka (mm) Área proyectada de bola Janka Módulo de Dureza (kg/mm) Esfuerzo de Dureza (Mpa)			$r = 5.8 \text{ (mm)}$ Radio esfera		
ENSAYO DE DUREZA PANEL 2B.2							
Probeta	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Dureza Janka (Kg)	Dureza (Kg/cm2)	Dureza (Mpa)	Módulo de Dureza (Kg/mm)
DC1	151,4	75,75	9,7	420	397,43	39,74	95,67
DC2	151,6	75,4	8,8	421	398,37	39,84	94,94
DC3	150,8	75,64	9,4	327	309,42	30,94	70,77
DC4	151,6	75,36	10,1	396	374,72	37,47	80,17
DC5	168,1	75,62	9,4	390	369,04	36,90	81,54
DC6	149,7	75,17	8,7	171	161,81	16,18	65,94
DC7	150,2	74,82	9,3	415	392,69	39,27	85,25
DC8	149,8	76,81	9,1	405	383,23	38,32	82,23
			<b>Promedio</b>	<b>368,125</b>	<b>348,34</b>	<b>34,83</b>	<b>82,06</b>

página anterior.  
 54. probetas de paneles tipo 2B.2 para ensayo de dureza.  
 55. probeta en ensayo de dureza  
 56. probeta ensayada.

## 4. Propuesta de paneles

### 4.2 Paneles

#### 4.2.2 Paneles Categoría 2



57.



59.

### Panel 2 C

El panel que se va a describir a continuación, tiene como componentes materiales de desperdicio de los artesanos. En términos de costo, en pequeña escala representa un mínimo del costo total del panel; en éste caso es el aglutinante y el tiempo de elaboración los que encarecen el producto final.

Se trata de prensar este “desperdicio” con el pegamento a 100o C. Se realizaron paneles tanto con el suro como con el carrizo, en este último caso debido a que el material está recubierto por una membrana no compatible con el pegamento la materia no logró pegarse entre sí.

En el caso del suro se utilizó en mayores cantidades la parte interna del material por lo que no existió resistencia al pegado, para la primera muestra se sometió a la materia a 5 kilogramos, por esta razón la materia no logró compactarse satisfactoriamente. Para el segundo ensayo la materia se compactó a 25 kilogramos, dando como resultado un tablero

de alta densidad.

Datos, Fórmulas y Resultados Obtenidos

p:	Penetración bola Janka (mm)	r=5.8 (mm) Radio esfera
$A=\pi \times r^2$ (mm <sup>2</sup> )	Área proyectada de bola Janka	
M= $\Delta F/\Delta p$	Módulo de Dureza (kg/mm)	
$\sigma$ =Dureza Janka/A	Esfuerzo de Dureza (Mpa)	

**ENSAYO DE DUREZA\_PANEL 2C**

Probeta	Dureza Janka (Kg)	Dureza (Kg/cm2)	Dureza (Mpa)	Módulo de Dureza (Kg/mm)
DCHf	695	657,65	65,76	141,77
<b>Total</b>	<b>695</b>	<b>657,65</b>	<b>65,76</b>	<b>141,77</b>

**PANEL COMPRIMIDO 2C**

24 x 12 x 1,7cm	Unidad		Cantidad usada	
Suro	Unidad (18 culmos)	Costo	Unidad	Costo
	18	10	5	0,50
Pegamento	Gramos	Costo	Galon	Costo
	54500	104,91	350	0,52
Barniz	Galon	Costo	Galon	Costo
	1	13,87	0,0625	0,87
Mano de Obra (prensado)	Unidad (minutos)	Costo	Unidad	Costo
	420	20	60	2,86
Maquina de Prensado	5 Años (minutos)	Costo	Unidad	Costo
	739200	1175,71	20	0,03
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>4,78</b>

## Bibliografía

- CARANGUI, Silvana; LASSO, Viviana. (2010). Estudio de los Sistemas Constructivos Tradicionales en Madera. (Tesis Profesional de Arquitectura – Universidad de Cuenca).
- ARRIOLA, Viviana; TEJADA, Urbano. "Manual de quincha pre-fabricada para maestros de obra. Elaboración de paneles y proceso constructivo". ISBN 978-9972-855-03-0. PE – 2008.

## Fuentes de Fotos y Gráficos

6. CEDILLO, Christian.
8. CEDILLO, Christian.
10. CEDILLO, Christian.
12. CEDILLO, Christian.
14. ÁLVAREZ, Rafael.
19. ÁLVAREZ, Rafael.



## Conclusiones

Si bien es cierto que una de estas gramíneas es una especie invasora, tanto el suro como el carrizo han sido utilizados por años como estructura de la casa tradicional de tierra, con el tiempo este sistema constructivo se vio reemplazado por la mampostería en bloque, sumando a esto la falta de investigación de estas dos plantas, los artesanos priorizaron el uso de sus fibras sobre todo en la cestería y otros usos tradicionales. Además de ser tratadas como maleza, es muy común la quema de bosques en las zona donde crecen, disminuyendo de poco a poco el uso en la arquitectura, sobre todo en el caso del suro.

En el Azuay sitios apropiados para el cultivo tanto del suro como del carrizo no hacen falta, al contrario, como se mencionó, la gente tiende a quemar estas gramíneas para ganar espacio en potreros, así mismo una siembra y cosecha sistematizada ayudan a obtener culmos mas gruesos y mas resistentes, son plantas de ciclo corto que además han participado en el día a día de los habitantes de la zona donde crecen, por lo que existe mano de obra que conoce el modo

de trabajar con las fibras de sus culmos.

Esta investigación demuestra que en la región existe el espacio y las condiciones apropiadas para el cultivo de las dos gramíneas, así como la mano de obra especializada en el trabajo de estas, por lo que, los usos propuestos a lo largo del trabajo de tesis son completamente viables.

La investigación centró su atención en los aspectos mecánicos de los paneles, mejorando su comportamiento y demostrando que su uso es posible en la arquitectura, se demostró que es viable lograr paneles estructurales para su uso en pisos siendo el caso de los paneles 2A y 2B; y su uso en elementos estructurales como vigas y columnas siendo este el caso del panel 2C.

Sin embargo, en cuanto a rentabilidad económica se refiere, a pesar de que el trabajo de tesis deja el valor económico en primeras líneas, cada panel por separado podría ser un tema de investigación, dado que la factibilidad de uso está

demostrada, no quedaría más que seguir profundizando en cada panel abaratando costos y agilizando procesos de producción y de industrialización, para lograr un producto final rentable.





# 1. Tomas de muestras y almacenamiento de las Probetas

## 1.1 Toma de Muestras

Para la *Guadua angustifolia* se debe:

- en caso de ensayo de las propiedades con propósitos comerciales: tomar un número representativo de muestras de diferentes localidades, con diferentes condiciones de sitio teniendo en cuenta toda la distribución geográfica de la especie.
- en caso de investigación científica: tomar muestras de las localidades determinadas según el propósito de la investigación y mencionadas en el informe de diseño del ensayo.

Para cada localidad, se deben documentar los detalles de cada rodal y culmo y las muestras deben ir debidamente identificadas y rotuladas.

## 1.2 Selección

Los culmos de *Guadua angustifolia* se deben seleccionar de diferentes rodales en pie, por una persona calificada que pueda identificar la especie y comprender las diferentes implicaciones involucradas en el trozado y en el ensayo. Siempre que sea necesario

y conveniente, el responsable del ensayo debe inspeccionar la localidad antes del corte.

Para el caso de la investigación científica, los culmos seleccionados para el ensayo deben estar sanos y libres de todo defecto y deben representar el promedio de los culmos del rodal o de la localidad. Para ensayos comerciales, los culmos deben representar la población total que se va a utilizar con propósitos de construcción, incluso si toda la población tiene algunos inconvenientes. Los culmos quebrados, deteriorados o descoloridos se deben desechar. El número de culmos requeridos para los ensayos se debe tomar, en forma aleatoria, de los diferentes rodales y parcelas. Para los ensayos comerciales, estos deben tener el mismo estado de maduración.

Inmediatamente después de la selección, el culmo en pie se puede marcar, preferiblemente con una "T", a la altura del pecho y se debe informar al responsable del ensayo sobre la localidad, de manera que se pueda ubicar fácilmente para futuras instrucciones.

## 1.3 Corte, Rotulado y Trozado

Antes del corte, se debe marcar un anillo a la altura de un metro

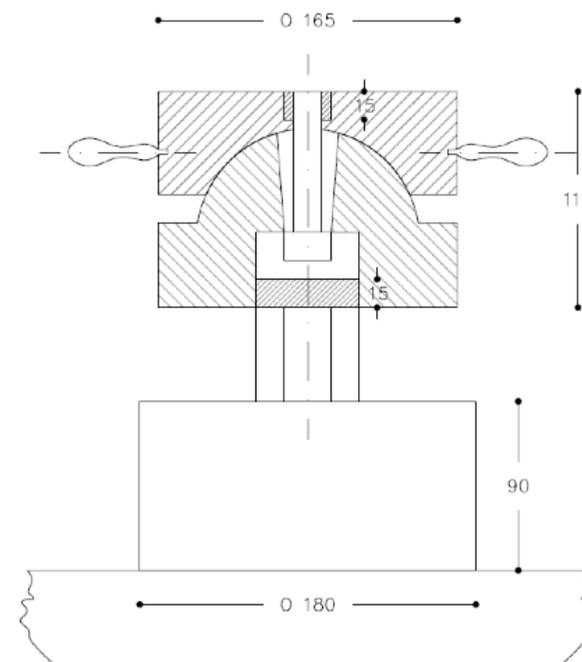
desde el suelo, con pintura blanca o negra, y se deben registrar los siguientes datos:

- Nombre (botánico y local).
- Nombre de la localidad.
- Cantidad de rodales y culmos seleccionados.
- Estado de madurez de los culmos.
- Detalles acerca de marcas y defectos en los culmos.
- Número de entrenudos entre el suelo y el anillo de pintura.
- Fecha de corte y despacho.
- Nombre y firma del responsable del corte, rotulado y trozado.

De igual modo, antes del corte, cada culmo se debe identificar a una distancia aproximada de 0,25 m por encima del anillo de pintura; si se usan los dígitos 6 ó 9, se deben subrayar.

Los culmos se deben cortar de acuerdo a la normatividad ambiental local, conservando el anillo de pintura sobre el culmo cortado. Una vez derribado el culmo, se deben marcar las partes que serán usadas para los ensayos. Las partes que se van a usar se deben marcar con un anillo en el extremo inferior y la identificación de los culmos se debe repetir encada una de las partes. También se debe añadir identificación con relación a la posición del segmento en el culmo, “inferior”, “medio” o “superior”, cada uno constituyendo

1/3 de la porción utilizable del culmo. Se debe registrar la altura, en metros, de estos segmentos a partir del nivel donde el culmo fue cortado. Solo entonces se debe proceder a trozar el culmo en partes.



## 2.1 Objeto y Campo de Aplicación

Esta sección especifica un método para los ensayos de compresión axial en probetas de culmos de *Guadua angustifolia* Kunth.

## 2.2 Principio

Determinación de:

- el esfuerzo último de compresión de las probetas provenientes de los culmos de *Guadua angustifolia*.
- el módulo nominal de elasticidad.

## 2.3 Equipo

Los ensayos se deben realizar en una máquina adecuada para ellos. Al menos una pletina de la máquina debe tener un apoyo hemisférico para obtener una distribución uniforme de la carga en los extremos de la probeta, como se ilustra en la Figura 1. Entre las dos pletinas de acero de la máquina y los dos extremos de la muestra se debe colocar una capa intermedia para reducir a un mínimo la fricción.

## 2.4 Preparación de Probetas

2.4.1 Las probetas se deben tomar de las partes inferior, media y superior de cada culmo. Estas probetas se deben marcar con las letras I, M y S respectivamente.

2.4.2 Los ensayos de compresión axial se deben llevar a cabo en probetas sin nudos y cuya longitud sea igual al diámetro externo; no obstante, si éste es de 20 mm o menos, la altura debe ser el doble del diámetro externo. Estas limitaciones son válidas en el caso de ensayos con propósitos comerciales; en el caso de los ensayos para investigación científica, existe libertad para determinar algo diferente.

2.4.3 Las superficies de los extremos de la probeta deben estar en ángulo perfectamente recto con la longitud de ésta; deben ser planos, con una desviación máxima de 0,2 mm.

2.4.4 Para determinar el módulo de elasticidad E, se debe usar alguno de los siguientes instrumentos de medición: deformímetros eléctricos, mecánicos, electromecánicos, de imagen digital, mínimo dos por probeta, cada uno de ellos en el lado opuesto de la probeta.

## 2.5 Procedimiento

2.5.1 La probeta se debe colocar de tal forma que el centro del cabezal móvil esté verticalmente sobre el centro de la sección transversal de la probeta y se aplica inicialmente una carga pequeña, no mayor a 1 KN, para acomodar la probeta.

2.5.2 La carga se debe aplicar continuamente durante el ensayo para hacer que el cabezal móvil de la máquina de ensayo se desplace a una velocidad constante de 0,01 mm/s.

2.5.3 Cuando sea necesario se deben realizar lecturas de deformación la cantidad necesaria de veces para poder hacer un diagrama lo más exacto posible de la deformación frente a la carga, a partir de la cual se determina el valor de E.

2.5.4 Se debe registrar la lectura final de la carga máxima a la cual falla la probeta.

## 2.6 Cálculo y expresión de los resultados

2.6.1 El esfuerzo último de compresión se debe determinar con la siguiente fórmula:

$$\sigma_{ult} = F_{ult} / A$$

en donde:

$\sigma_{ult}$  es el esfuerzo último de compresión, en MPa (o N / mm<sup>2</sup>), redondeado con aproximación de 0,5 MPa.

F<sub>ult</sub> es la carga máxima a la cual falla la probeta, en N.

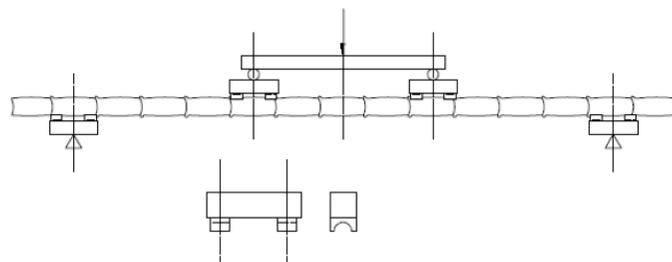
A es el área de la sección transversal (2.3), en mm<sup>2</sup>.

2.6.2 El módulo de elasticidad E se debe calcular a partir del valor medio de las lecturas de los deformímetros como una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación, en un rango entre el 10 % y el 60 % de F<sub>ult</sub>.

2.6.3 El esfuerzo último promedio de la muestra de ensayo se debe calcular con aproximación de 0,5 MPa como la media aritmética de los resultados de ensayo de las probetas.

## 2.7 Informe del ensayo

El informe del ensayo se debe hacer según el numeral 5.7; el contenido de humedad y la densidad se deben determinar según las secciones 6 y 7 respectivamente.



### 3.1 Objeto y Campo de Aplicación

Esta sección especifica un método para los ensayos de flexión en los culmos de guadua.

#### 3.2.1 Principio

Determinación de:

- La capacidad de flexión de los culmos usando un ensayo de flexión de cuatro puntos, tal como se describe en el numeral 10.5;
- La curva de carga frente a la deflexión del culmo.
- El módulo de elasticidad nominal del culmo.

### 3.2 Equipo

3.2.1 Máquina de ensayo, con capacidad para medir la carga con exactitud de 1 % de la escala utilizada y la deflexión con exactitud de mm.

3.2.2 Montaje para flexionar el culmo, aplicando una carga en la distancia media entre los centros de las monturas del dispositivo de carga. El ensayo debe ser de flexión de cuatro puntos. La carga se debe dividir en dos mitades mediante una viga apropiada. Para

evitar el aplastamiento del culmo, las mitades de las cargas y las fuerzas de reacción en los soportes se deben aplicar en los nudos mediante los dispositivos apropiados (figura 3b). En los soportes, se debe permitir que el culmo de guadua rote libremente. Véase la Figura 3

### 3.4 Preparación de los culmos de ensayo

Los culmos de ensayo no deben tener defectos visibles. Para lograr una falla en flexión, el espacio libre debe ser al menos  $30 \times D$ , donde  $D$  es el diámetro externo como se indicó en el numeral 4.2.1.

La longitud total del culmo debe ser la longitud entre apoyos mas una longitud adicional que garantice al menos un entrenudo después del apoyo en cada extremo.

### 3.5 Procedimiento

3.5.1 Determine el valor medio del diámetro externo  $D$  y del espesor de la pared  $t$ , según lo indicado en el numeral 4.2.1. Calcule el momento de inercia:

$$I_B = \frac{\pi}{64} \times [D^4 - (D - 2t)^4]$$

NOTA Este valor de IB se usa para predecir el comportamiento durante el ensayo.

3.5.2 Coloque el culmo en su lugar en la máquina de ensayo, apoyado sobre los dos soportes en los dos apoyos, permitiendo que la probeta encuentre su propia posición. Enseguida ubique las dos monturas y la viga (que divide la carga) en la parte superior del culmo y permita nuevamente que el culmo encuentre su posición, alinee visualmente el culmo, los soportes, las monturas, la carga y los apoyos en un plano vertical.

3.5.3 La aplicación de la carga al culmo se debe hacer uniformemente a velocidad constante. La velocidad de ensayo (preferiblemente con movimiento constante del cabezal de carga de la máquina o con incremento constante de carga) debe ser de 0,5 mm/s. La carga máxima se debe determinar con la exactitud indicada en el numeral 10.3.1. Observe las grietas y describa la formade la falla. Diagrame la deflexión con relación a la carga.

3.5.4 Después del ensayo determine nuevamente el diámetro externo D y el espesor de la pared t, lo más cerca posible de los puntos de carga. El promedio de los valores de diámetro y de los espesores de pared se debe usar para calcular el momento de inercia IB, con la fórmula del numeral 10.5.1.

3.5.5 Determine el contenido de humedad de acuerdo con el numeral 6 utilizando una probeta proveniente de un punto cercano a la falla.

## 3.6 Cálculo y Expresión de los Resultados

3.6.1 La resistencia última,  $ult$ , en MPa (o N/mm<sup>2</sup>), en la flexión estática con el contenido de humedad en el momento del ensayo está determinado por la siguiente fórmula:

$$ult = F \times L \times D/2 \times IB \quad 6$$

en donde

F es la carga máxima aplicada, en N (la carga total aplicada en los dos puntos de carga).

L es la luz, en mm (o espacio de separación)

D es el diámetro externo, en mm, tal como se indica en el numeral 10.5.4.

IB es momento de inercia, en mm<sup>4</sup>, tal como se indica en el

numeral 10.5.4.

Expresar los resultados con una exactitud de 1 MPa (o N/mm<sup>2</sup>).

3.6.2 El módulo de elasticidad (módulo de Young) está determinado por la pendiente de la parte lineal del diagrama de deformación frente a la carga. El módulo de elasticidad E, en MPa, se calcula usando la siguiente fórmula:

$$E = 23 \times F \times L^3 / 1296 \times \delta \times IB$$

en donde

F, L y IB son igual que en la fórmula del numeral 10.6.1.

$\delta$  es la deflexión en el punto medio de la luz en mm

Realice un diagrama de la deflexión frente a la carga.

3.6.3 Si hay suficientes datos (acerca de la relación entre las propiedades mecánicas y el contenido de humedad), la resistencia última en la flexión estática se debe ajustar hasta 12 % del contenido de humedad, con una exactitud de 1 MPa.

3.6.4 La resistencia última media de la muestra y su desviación

estándar se debe calcular, con una exactitud de 1 MPa, a partir de los resultados de los culmos individuales de la muestra.

### 3.7 Informe del Ensayo

El informe del ensayo se debe hacer según el numeral 5.7. El informe también debe incluir la siguiente información:

- Los resultados del ensayo tal como se calcularon en el numeral 10.6.
- Las dimensiones de los culmos y la luz.
- Los diagramas de deflexión frente a la carga.
- Los valores para  $\delta$  y E para cada culmo.

El contenido de humedad y la densidad se deben determinar de acuerdo con los numerales 6 y 7.



#### 4.1 Objeto y Campo de Aplicación.

Esta sección especifica un método para los ensayos de corte paralelo a las fibras en probetas de culmos de *Guadua angustifolia*.

#### 4.2 Principio

Determinación de la resistencia última al esfuerzo cortante, paralelo a las fibras, en probetas provenientes de culmos de *Guadua angustifolia*.

#### 4.3 Equipo

Los ensayos se deben realizar en una máquina de compresión tal como se indicó en el numeral 9, sin las capas intermedias descritas en el numeral 9.3. En su lugar, la probeta se debe apoyar en el extremo inferior, sobre dos cuartas partes de su superficie, opuestas entre sí; y se debe aplicarla carga en el extremo superior, sobre las dos cuartas partes que no están apoyadas; véase la Figura 4. Esta forma de apoyar y aplicar la carga a la probeta produce cuatro áreas de corte.

#### 4.4 Preparación de las Probetas

4.4.1 Las muestras se deben tomar de las partes inferior, media y superior de cada culmo. Estas muestras se deben marcar con las letras I, M y S respectivamente.

4.4.2 El 50 % de las probetas para los ensayos de corte paralelos a la fibra deben tener nudo y el 50 % restante no deben tener nudo. La longitud de la probeta debe ser igual a su diámetro. Estas limitaciones son válidas en caso de ensayos con propósitos comerciales; en caso de investigación científica, existe libertad para determinar algo diferente.

4.4.3 Las superficies de los extremos de la probeta deben estar en ángulo recto con la longitud de ésta. Las superficies deben ser planas.

4.4.4 El espesor de pared  $t$  y la altura  $L$  de la probeta se deben tomar en las cuatro áreas de corte.

#### 4.5 Procedimientos

4.5.1 La probeta se debe colocar de manera tal que el centro del cabezal móvil esté verticalmente sobre el centro de la sección transversal de la misma. La probeta también debe estar centrada

con relación a los cuartos de soporte y de carga. Inicialmente se aplica una carga pequeña, no superior a 1 kN, para acomodar la probeta.

4.5.2 La carga se debe aplicar continuamente durante la prueba para lograr que el cabezal móvil de la máquina de ensayo se desplace a una velocidad constante de 0,01 mm/s.

4.5.3 Se debe registrar la lectura final de la carga máxima en la cual falló la probeta, así como la cantidad de áreas que fallaron.

## 4.6 Cálculo y Expresión de los resultados.

La resistencia última de corte se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$ult = \frac{F_{ult}}{\sum (t \times L)}$$

en donde:

ult es la resistencia última al corte, en MPa, con aproximación, por exceso o por defecto, a una cifra decimal.

Fult es el valor máximo de la carga aplicada en la cual falla la probeta, expresada en N

$\sum (t \times L)$  es la suma de los cuatro productos de t y L.

## 4.7 Informe del Ensayo

El informe del ensayo se debe hacer según el numeral 5.7; el contenido de humedad y la densidad se deben determinar según los numerales 6 y 7.

### 5. Métodos Estándar de ensayos para Evaluación de las Propiedades de Paneles de madera en base de Fibras y Partículas



Designation: D 1037 – 99

Métodos Estándar de Ensayos para Evaluación de las Propiedades de Paneles de Madera - en Base de Fibras y Partículas .

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija D 1037, el número inmediatamente posterior a la designación indica el año de adopción inicial o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última reaprobación. Un épsilon superíndice (e) señala un cambio editorial desde la última revisión o nueva aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por las agencias del Departamento de Defensa.

#### INTRODUCCIÓN

Los métodos de prueba presentados en este informe se han elaborado y se presentan para servir a dos distintos propósitos. Se dividen en dos partes, las partes A y B, dependiendo de la finalidad para la que están destinados. La elección entre un método particular de la prueba y su alternativa se debe hacer con una plena comprensión de la finalidad de cada uno, porque los valores obtenidos de las pruebas, en algunos casos, son diferentes. De los métodos de prueba presentados en las dos partes, algunos han estado en uso generalmente aceptados durante muchos años,

algunos son modificaciones y mejoras de métodos de ensayo desarrollados previamente, y algunos son más acontecimientos recientes. Cuando los métodos de prueba son adecuados para más de uno de los efectos, se define en la parte A, pero no se repiten en la Parte B. Es la intención que la referencia a la sección correspondiente del método de ensayo será suficiente en las especificaciones desarrolladas por los diferentes materiales.

Parte A. Métodos Generales de Ensayos para la Evaluación de las Propiedades Básicas de Paneles a base de Fibra de Madera y de Partículas.-La Parte A es para el uso en la obtención de las propiedades básicas adecuadas para los estudios de comparación con otros materiales de construcción. Estos redefinidos métodos de ensayo son aplicables para este fin a todos los materiales cubiertos por las definiciones D 1554.

Parte B. La Aceptación y la Especificación de los Métodos de Ensayo para los Conglomerados.-La Parte B es para uso específico en especificaciones para las pruebas de la aceptación de Conglomerados. Estos métodos de ensayo son generalmente empleados para esos fines en la industria. Al limitarse el uso previsto, como se indica, ha sido posible lograr una precisión adecuada de los resultados combinando la economía y la velocidad en la prueba, que son deseables para el uso de las especificaciones.

## PARTE A-MÉTODOS DE PRUEBA GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS DE PANELES EN BASE DE FIBRA DE MADERA Y PARTÍCULAS.

### 1. Ámbito de Aplicación

1.1 Estos métodos de ensayo abarcan la determinación de la propiedades de paneles en base de fibra de madera y partículas como las siguientes:

El tamaño y la apariencia de las Juntas

07.10

Las propiedades de resistencia:

método de flexión estática	20.11
Resistencia a la tracción paralela a la superficie	21 hasta 27
Resistencia a la tracción perpendicular a la superficie	28 hasta 33
Resistencia a la compresión paralela a la superficie	34 hasta 40
Sujetador Pruebas de mantenimiento:	
Prueba de resistencia lateral del clavo	41-46
Prueba de clavos Retirados	47-53
prueba de calvos con cabeza salida	54-60
prueba de retiro directo de tornillo	61-67
Prueba de la dureza	68-73
Módulo de prueba de dureza	74-80
Resistencia al corte en el plano de la Junta	81 a 86
prueba cortante en la línea de pegamento (tipo bloque)	87-90
Prueba de caída de bola	91-95
Resistencia a la abrasión	96-99

Pruebas de la humedad:	
Absorción de agua y espesor del Hinchazón	100-107
Variación lineal con el cambio en Contenido de humedad	108-111
Envejecimiento acelerado	112-118
Catación y retorcimientos	119
Contenido de humedad y gravedad específica	120-121
Corte Interlaminar	122-129
Corte de canto	130-136

1.2 Son aceptados los procedimientos de las pruebas básicas para varias propiedades fundamentales de materiales que pueden ser utilizados sin modificación para evaluación de ciertas propiedades paneles a base de fibra de madera y partículas. Estos métodos de ensayo están comprendidos en otra parte en el Libro Anual de Normas de la ASTM.

Algunos métodos de pruebas son para la construcción, donde el material a base de madera es a menudo utilizado.

1.3 Los valores indicados en unidades pulgada-libra deben ser considerados como el estándar. Los equivalentes métricos de unidades pulgada-libra puede ser aproximada.

1.4 Esta norma no pretende dirigir todas las problemas de seguridad, si las hay, asociadas con su uso. Es la responsabilidad del usuario de esta norma para establecer adecuadas prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

# 5. Métodos Estándar de ensayos para Evaluación de las Propiedades de Paneles de madera en base de Fibras y Partículas

## 2. Documentos de Referencia

2.1 De la Norma ASTM:

C 273 Métodos de prueba para ensayos de corte en Construcciones Tipo Sanduche .

D 143 Métodos de prueba de pequeñas muestras de Madera .

D 905 Método de prueba para propiedades de resistencia del adhesivo por carga de compresión .

D 1554 Definiciones de términos relacionados con paneles de Fibra de Madera y de partículas<sup>3</sup>.

D 3501 Métodos de Prueba de madera contrachapada en Compresion<sup>3</sup>.

## 3. Significado y Uso

3.1 Estos métodos de ensayo incluyen a pequeñas muestras de materiales para paneles a base de fibra de madera y de partículas que se realizan para proporcionar:

3.1.1 Los datos para comparar las propiedades mecánicas y físicas de varios materiales,

3.1.2 Datos para determinar la influencia sobre las propiedades básicas de factores tales como la materia prima y las variables de proceso, y los posteriores tratamientos de paneles, y las influencias

ambientales, y

3.1.3 Los datos para el control de fabricación, investigación y desarrollo del producto, y la aceptación de especificación.

## 4. Selección de Métodos de Ensayos.

4.1 No todas las pruebas descritas en los métodos de ensayo pueden ser necesarias para evaluar cualquier tablero especial para un específico uso. En cada caso, por lo tanto, será necesario determinar qué pruebas se realizarán.

## 5. Probetas.

5.1 El número de muestras a ser elegido para la prueba y el método de su elección dependerá del propósito particular de las pruebas, de modo que ninguna regla general tiene la posibilidad de abarcar todos los casos. Se recomienda que siempre que sea posible, se realicen un número suficiente de pruebas para permitir un estudio de estadísticas. En la evaluación del material de los tableros, las probetas para las pruebas deben obtenerse de un número representativo de tableros. En las propiedades que reflejan las diferencias debido a la dirección de la máquina del tablero, las

probetas de cada tablero serán seleccionadas por la dimensión del largo paralela a la dimensión del largo de la hoja, y con la dimensión perpendicular a la dimensión longitudinal de la hoja.

## 6. Control del contenido de humedad y temperatura.

6.1 Las propiedades físicas y mecánicas de los tableros construidos dependen del contenido de humedad en el momento de la prueba. Por lo tanto, el material para la prueba en condición seca se acondicionará hasta un peso y contenido de humedad en el aire constante, se debe mantener en una cámara a una humedad relativa de  $65 \pm 1\%$  y un temperatura de  $20 \pm 3^\circ \text{C}$  ( $68 \pm 6^\circ \text{F}$ ) (Nota 1 y Nota 2). Si hay cualquier desviación de esta condición recomendable, se hará constar en este informe.

NOTA 1-Siguiendo la recomendación de que la temperatura sea controlada a  $20 \pm 3^\circ \text{C}$  ( $68 \pm 6^\circ \text{F}$ ), se debe entender que se debe mantener la temperatura casi constante como sea posible en una temperatura dentro de este rango.

NOTA 2: Requisitos para la humedad relativa varían para los diferentes materiales. La condición dada anteriormente cumple con los estándares de la madera y materiales en base de madera.

## TAMAÑO Y APARIENCIA DE LOS BORDES

### 7. Tamaño de los tableros terminados

7.1 Cuando se requiere las mediciones de tableros terminados, el ancho de cada placa terminada se obtendrá mediante la medición del ancho en cada extremo y en la longitud media con una precisión de no menos de  $\pm 0,3\%$  o  $1/16$  de pulgada (2 mm). Así mismo, tres medidas de longitud se efectuarán, una cerca de cada borde, y una tomando el ancho medio con una precisión similar.

### 8. Variación de espesor

8.1 Para la determinación de las variaciones en el espesor, las probetas de por lo menos 6-in. (150 mm) cuadrados se deberán usar. El espesor de cada muestra debe ser medido en cinco puntos, cerca de cada esquina y cerca del centro, y promedio y variación en el grosor deberán ser anotados. Estas mediciones deben hacerse con una precisión de al menos  $\pm 0,3\%$ , cuando sea posible.

6.  
Método de Flexión Estática

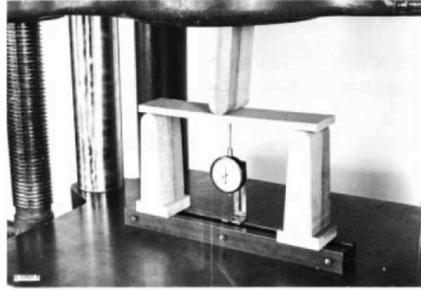
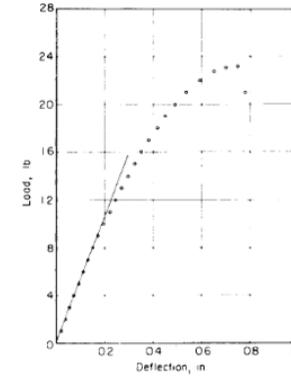


FIG. 1 Static Bending Test Assembly



	Metric Equivalents						
in.	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0		
mm	5	10	15	20	25		
lb	4	8	12	16	20	24	28
kg	1.8	3.6	5.4	7.2	9	10.8	12.6

FIG. 2 Typical Load-Deflection Curve for Static Bending Test

10. **Ámbito de aplicación.**

10.1 Los ensayos de flexión estática se harán tanto en las probetas acondicionadas (secas) y húmedas. La mitad de las probetas para las pruebas se prepararán con la dimensión larga paralela y la otra mitad con la dimensión larga perpendicular a la junta a fin de evaluar las propiedades de la dirección.

11. **Probetas.**

12.1 Cada probeta de la prueba será de 3 pulgadas (76 mm) de ancho, si el espesor nominal es superior a ¼ de pulgada (6 mm), y 2 pulgadas (50 mm) de ancho, si el espesor nominal es de ¼ de pulgada o menos. La profundidad (espesor) será el espesor del material. La longitud de cada probeta deberá ser de 2 pulgadas (50 mm), además de 24 veces la profundidad nominal (Nota 4 y la nota 5). La anchura, la longitud y espesor de cada probeta se mide con una precisión de no menos de  $\pm 0.3\%$ .

NOTA 4 - En los especímenes de corte para cumplir con los requisitos de longitud de 2 pulgadas (50 mm), además de 24 veces el espesor nominal, la intención no es que la longitud pueda cambiar para pequeñas variaciones en el espesor. Más bien es el propósito que el espesor nominal de la placa bajo prueba se debe utilizar para la determinación de la longitud de la probeta.

NOTA 5 - Se necesitan probetas largas para las pruebas de flexión, para que los efectos de las desviaciones debido a las deformaciones de corte se reduzcan al mínimo y los valores de los módulos de elasticidad obtenidos en las pruebas de flexión sean aproximados de los verdaderos módulos de los materiales.

12. **Lapsos y Apoyos**

12.1 Los soportes deben ser tal que no aprecie el aplastamiento de la probeta que tendrá lugar en estos puntos durante la prueba. Los soportes o se redondean o irán filos provistos de rodillos y placas debajo de la probeta en estos puntos. Cuando los apoyos redondeados, tales como los que se muestran en la figura. 1, se utilizan, el radio de la parte redondeada será de al menos 1 ½ veces el espesor del material que está siendo probado. Si el material en las pruebas se desvía del plano, se facilitará apoyos laterales ajustables.

13. **Centro de Carga**

15.1 Las probetas deberán ser cargadas en el centro del tramo con la carga aplicada a la cara con el terminado, a un rango uniforme a través de un bloque de carga redondeada como se muestra en la figura 1. La bloques de apoyo deberá ser al menos 3 pulgadas

(76 mm) de ancho y se tener un espesor (paralela al largo) igual al doble del radio de curvatura de la parte redondeada del bloque de carga. El radio de la parte redondeada será aproximadamente igual a 1 1/2 veces el espesor de la muestra.

## 14. Velocidad de prueba.

14.1 Aplicar la carga continua durante todo el ensayo con un tipo uniforme de movimiento de la cruceta móvil de la máquina de pruebas, se debe calcular de la siguiente manera (Nota 6 y Nota 7):

$$N = zL2 / 6d$$

donde:

N = tasa de movimiento de cabeza móvil, pulgada/minuto (mm/min),

z = valor de unidad de la tensión de la fibra, pulgada/pulgada (mm/mm) de la fibra exterior de longitud por minuto (0.005),

L = tramo, pulgada (mm), y

d = profundidad (espesor) de la probeta, pulgadas (mm).

NOTA 6- La velocidad de la máquina de prueba utilizada, no deberá variar en más de  $\pm 50\%$  de la especificada para una prueba determinada. La velocidad de la máquina de pruebas utilizada deberá

ser registrada en la hoja de datos. La velocidad de la cruceta significa el libre funcionamiento o sin carga, velocidad de la cruceta de máquinas de ensayo de el tipo de tracción mecánica, y la velocidad de la cruceta para las pruebas de carga con máquinas del tipo de carga hidráulica.

NOTA 7- Las tarifas calculadas de descenso de la cruceta, son por lo tanto, 0,12 pulgadas/minuto (3 mm/min) para las probetas y ¼ de pulgada (6 mm) de espesor, 0,24 pulgadas/minuto (6 mm/min) para las probetas y ½ pulgada (12 mm) de espesor, 0,36 pulgadas/minuto (9 mm/min) para las probetas y ¾ de pulgada (18 mm) de espesor y 0,48 pulgadas/minuto (12 mm/min) para los especímenes de 1 pulgada (25 mm) de espesor.

## 15. Curvas de carga-deflexión

17.1 Obtener curvas de carga-deflexión de carga máxima para todos los ensayos de flexión. Obtener la desviación del centro de la probeta mediante la medición de la deformación de la parte inferior de la muestra en el centro por medio de un indicador de medida (Nota 8) unido a la base de la plantilla de prueba, con el émbolo en línea y en contacto con el fondo y el centro de la muestra. Esta disposición se ilustra en la figura 1. Tener en cuenta la carga y la deflección (deformación) en la primera falla y con la carga máxima. Tomar lecturas de la deformación por lo menos con una precisión de 0.005 pulgadas (0,10 mm). La figura 2 muestra una curva típica de carga-deformación. Las desviaciones también se pueden medir con medidores de tipo transductor y traza al mismo tiempo contra la carga.

### 6. Método de Flexión Estática

NOTA 8-El rango de la norma 0.001-in. (0,02 mm) que indica la marca es de 1 pulgada (25 mm). La desviación total de algunos espesores de los tableros puede ser superior a 1 pulgada en el fracaso. Cuando esto sucede, ya sea a 2 pulgadas (50 mm) total o un indicador de medida adecuados 02:01, reducir la palanca en conjunción con un 1 pulgada. El indicador de movimientos se debe utilizar para que las desviaciones máximas pueden ser obtenidas.

#### 16. Descripción del Fallo.

16.1 Tener en cuenta la forma de la falla. En el informe se incluyen la secuencia de la insuficiencia y anotar si el fracaso inicial fue en la compresión o la tensión. Las fotografías de fallos típicos serán útiles.

#### 17. Cálculo y Reporte.

17.1 Calcular el módulo de rotura de cada probeta mediante la siguiente ecuación, e incluir los valores determinados en el informe:

$$R = 3PL/2bd^2$$

17.2 Calcular la tensión en el límite proporcional para cada muestra con la siguiente ecuación, e incluir los valores que establece el informe:

$$Spl = 3P1L/2bd^2$$

17.3 Calcular la rigidez (módulo de elasticidad aparente) para cada muestra con la siguiente ecuación, e incluir la Determinación de los valores en el informe:

$$E = P1L^3/4bd^3y1$$

17.4 Calcular la carga máxima de trabajo para cada muestra con la siguiente ecuación, e incluir los valores determinados en el informe:

$$Wml = A / bdL$$

donde:

A = área bajo la curva de carga-deformación a carga máxima, lbf-in (N · m),

b = ancho de la probeta, (mm),

d = espesor (profundidad) de la probeta, (mm),

E = rigidez (módulo de elasticidad aparente), psi (kPa),  
L = longitud del tramo, pulgadas (mm),  
P = carga máxima, lb (N),  
P1 = carga en el límite proporcional, lb (N),  
R = módulo de rotura, psi (kPa),  
Spl = estrés en el límite proporcional, psi (kPa),  
Wml = trabajo de carga máxima, lbf-in./in.<sup>3</sup> (N · mm/mm<sup>3</sup>), y  
y1 = deformación en el centro de carga límite proporcional, (Mm)

### 7. Prueba de dureza

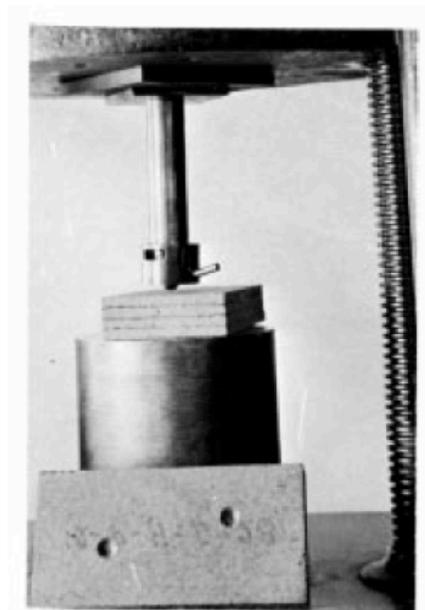


FIG. 12 Janka Ball Test Apparatus for Hardness of Fiberboards

#### 68. Ámbito de aplicación

68.1 La prueba modificada bola Janka se utilizará para determinar dureza.

#### 69. Probetas.

69.1 Cada muestra deberá ser nominalmente 3 pulgadas (75 mm) de ancho y 6 pulgadas (150 mm) de longitud y por lo menos 1 pulgada (25 mm) de espesor. Porque la mayoría de las tableros se fabrican con un grosor de menos de 1 pulgada (25 mm), la muestra para la prueba se realizará uniendo varias capas del panel para elaborar el espesor deseado. Un pegamento flexible conveniente, deberá ser utilizado. El modelo terminado deberá ser recortado después de la unión de modo que los bordes sean lisos. Las dimensiones de las probetas sometidas a prueba se medirán con una precisión de no menos del 60,3%.

#### 70. Procedimiento.

70.1 Para hacer la prueba de la modificación de la bola utilice una "bola" de 0.444 pulgadas (11,28 mm) de diámetro (100 mm<sup>2</sup> de área

proyectada) para determinar dureza. Registrar como medida de la dureza de la carga a la que la "bola" ha penetrado a la mitad de su diámetro, según lo determine un indicador de circuito electrónico o por el endurecimiento del cuello en contra de la muestra. El aparato de prueba con una herramienta de ajuste de cuello, se muestra en la figura. 12.

#### 71. Nmero de penetraciones.

71.1 Haga dos perforaciones en cada una de las dos caras planas del tablero. Donde una cara es diferente a la otra, como por ejemplo, la cara lisa y alambres-textura van atrás de algunos tableros duros, el informe de los datos obtenidos de las dos caras por separado. La ubicación de los puntos de penetración será por lo menos 1 pulgada (25 mm) de los bordes y extremos de la muestra y lo suficientemente separados para que una penetración no afecte la otra.

#### 72. Velocidad de prueba.

72.1 Aplicar la carga continua durante toda la prueba, a un apretamiento uniforme del movimiento de la cruceta móvil de la

máquina de prueba de 0,25 pulgadas / min (6 mm/min).

### **73. Datos de Prueba e Informe.**

73.1 La carga máxima requerida para integrar la “bola” a una mitad de su diámetro será el grado de dureza, y será incluido en el informe.