

# GUÍA DE APRENDIZAJE Y CUADERNO DE TRABAJO

ESCUELA TALLER CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES CON BAMBÚ



# CRÉDITOS

© Fundación SOMOS y Organización Internacional del Bambú y Ratán -INBAR, 2024. Guía de aprendizaje y cuaderno de trabajo. Escuela Taller Construcciones Sostenibles con Bambú. Quito, Ecuador.

Esta publicación cuenta con licencia para su uso bajo la Atribución-NoComercialCompartirIgual 3.0 España (CC BY-NC-SA 3.0 ES). Para ver esta licencia visite:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.es>

## **Acerca de la Fundación SOMOS**

La Fundación SOMOS es una organización no gubernamental que promueve la innovación, la educación integral y la participación ciudadana como base para la transformación de los territorios y la construcción de un hábitat sostenible y equitativo. Para mayor información, por favor visitar [www.somosecuador.org](http://www.somosecuador.org)

Acerca de la Organización Internacional del Bambú y el Ratán

La Organización Internacional del Bambú y el Ratán, INBAR, es un organismo intergubernamental dedicado a la promoción del desarrollo sustentable del bambú y el ratán. Para mayor información, por favor visitar [www.inbar.int](http://www.inbar.int)

## **Acerca de este documento de trabajo:**

Este trabajo es una publicación de la Fundación SOMOS e INBAR producida como parte del Proyecto "Reactivación económica local post pandemia de la provincia de Manabí mediante el fortalecimiento de la construcción sostenible con bambú", financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, AECID.

Este proyecto tiene como objetivo contribuir a la formación especializada y la investigación en construcción sostenible con bambú como un dinamizador de la economía local en un contexto post pandemia

Esta guía fue desarrollada por Esteban Torres Haro, Vanessa Pinto y Fabián Moreno, con base en la experiencia de los primeros ciclos de la Escuela Taller en Construcciones Sostenibles con Bambú

## **Fundación SOMOS**

Email: [info@somosecuador.org](mailto:info@somosecuador.org)

## **Organización Internacional del Bambú y el Ratán**

P.O. Box 100102-86, Beijing 100102, China Tel:+86 10 64706161; Fax:+86 10 6470 2166

Email: [info@inbar.int](mailto:info@inbar.int)

© 2024 Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).

# BIENVENIDA

Queridas y queridos estudiantes de Escuela Taller Construcciones Sostenible con Bambú (ETCSB).

La ETCSB es un componente fundamental de un proyecto cuyo objetivo es "Contribuir a la formación especializada y la investigación en construcción sostenible con bambú como un dinamizador de la economía local en un contexto post pandemia", financiado por la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo (AECID) e implementado por la Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR), con el apoyo de Fundación SOMOS.

Ustedes son parte de un proceso transformador que combina la formación especializada con la construcción sostenible. En medio de la crisis social y ambiental que enfrenta nuestro país y nuestro planeta, estamos construyendo alternativas que contribuyan a mitigar el cambio climático y a generar empleo.

Ustedes fueron seleccionados entre varias personas que postularon para participar de este proceso y hemos puesto en Uds. nuestra confianza. Estamos seguros de que este ciclo de ETCSB será enriquecedor para todos nosotros, aprenderemos juntos y emprenderemos juntos también. Aprovechen al máximo todos los recursos materiales y humanos que a través de ETCSB ponemos a su disposición, aprovechen cada minuto, aprendan, compartan, enseñen y dejen plasmada en cada acción la huella de la excelencia. Cuenten con nosotros en este camino.

**Bienvenidas y bienvenidos!**



# ÉTICA Y EXCELENCIA EN EL TRABAJO



## ¿Qué es la excelencia en el trabajo?

Es el máximo nivel de calidad que podemos alcanzar en nuestro trabajo y que hace que los otros lo valoren. La excelencia se puede evidenciar en un servicio o un producto y requiere un alto grado de responsabilidad y compromiso para ser alcanzada.

Para lograr la excelencia es necesario combinar tres aspectos:

1. Conocimiento profundo sobre el producto o servicio que brindo
2. Amplia experiencia en el desarrollo o prestación de un bien o servicio
3. Motivación para brindar un bien o servicio excelente

## ¿Cómo puedo alcanzar la excelencia en el trabajo?

Como la excelencia requiere conocimiento, experiencia y motivación, solo podemos alcanzarla mediante tres hábitos que debemos adquirir:

1. Búsqueda permanente de nuevos conocimientos: SIEMPRE ESTOY DISPUESTO A APRENDER
2. Práctica permanente: CONTINUÓ MEJORANDO LO QUE YA SÉ
3. Deseo de brindar productos y servicios excelentes: SIEMPRE ME ESFUERZO POR HACER LO MEJOR

## ¿Cuáles son los pilares de la excelencia en ETCSB?

1. Soy puntual
2. Soy honesto
3. Cumpro los compromisos que asumo (Soy de palabra)
4. Cumpro las normas ambientales, de construcción y de seguridad establecidas
5. Asumo la responsabilidad de mis errores
6. Soy respetuoso/a con todas las personas
7. Soy gentil con todas las personas
8. Trabajo en equipo
9. Defiendo mis derechos y los de los demás
10. Cuido la naturaleza

# SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO LABORAL



La salud y seguridad en el trabajo tiene como objetivo prevenir los accidentes y enfermedades ocupacionales. Para esto es necesario identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo en los siguientes ámbitos:

1. Edificaciones, instalaciones y el entorno (condiciones ambientales)
2. Operaciones y procesos de trabajo
3. Suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal
4. Uso y mantenimiento de la maquinaria y las herramientas de trabajo.

La salud y seguridad en el trabajo es responsabilidad de los supervisores y los trabajadores y requiere una actitud responsable y plena conciencia sobre las consecuencias y afectaciones que puede traer el incumplimiento de las normas y medidas de seguridad establecidas.

Es responsabilidad de las personas trabajadores cumplir con las siguientes medidas siempre:

1. Utilizar los Equipos de Protección Personal (EPP)
2. Preguntar sobre el uso de un equipo o maquinaria cuando no lo conoce
3. Adoptar las medidas de seguridad establecidas.
4. Precautelar que todas las personas cumplan con las medidas de seguridad establecidas.

Es responsabilidad de los supervisores cumplir y hacer cumplir las medidas antes indicadas, siempre.

*La principal causa de accidentes en el trabajo es el exceso de confianza.*

# GENERALIDADES DEL BAMBÚ



El bambú ha sido utilizado como material para la construcción desde hace 10 mil años atrás en el Ecuador.

Nuestro país cuenta con 47 especies de bambú, entre ellas especies como la *Guadua angustifolia Kunth* (caña guadua) y el *drocalamus asper* (bambú gigante).

Las manchas y plantaciones de bambú brindan varios servicios ambientales:

- Evitan la erosión del suelo y le aportan materia orgánica
- Contribuyen a la recuperación de suelos degradados
- Permiten la retención de agua
- Captan carbono del ambiente
- Son el hábitat de varias especies de animales
- Sus plantaciones pueden ser perennes si se manejan adecuadamente
- Son una alternativa para remplazar el uso de especies maderables y a diferencia de estas tiene un rápido crecimiento.
- Pueden ser aprovechadas para la construcción sostenible.

También brindan beneficios sociales:

- Genera un ahorro anual de 460 dólares para las familias en el campo que lo utilizan en sus vivienda e infraestructuras productivas
- 500 mil personas en el campo están relacionadas con la cadena productiva del bambú
- Aporta al 0,5% del Producto Interno Bruto del Ecuador<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Información tomada de la Estrategia Nacional del Bambú 2018-2022



La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) es un conjunto de normativas, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, que establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones.

La NEC contiene un capítulo referido al uso de la Guadúa en la construcción, denominado NEC-SE-Guadúa. La NEC-SE-Guadúa fue expedida mediante Acuerdo Ministerial No. 033-16 del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, el 26 de Agosto de 2016.

Esta norma está dirigida al diseño estructural de edificaciones con Guadúa *angustifolia* Kunth (GaK) y otros bambúes de similares características físico - mecánicas como por ejemplo la especie *Dendrocalamus Asper* y puede usarse tanto para proyectos de estructuras diseñadas totalmente en Guadúa como para estructuras mixtas.

La NEC-SE-Guadúa aplica a proyectos de una planta con luces menores a 3m, edificaciones menores a 200m<sup>2</sup> y edificaciones que no vayan a ser replicadas en más de 15 unidades o más de 3000 m<sup>2</sup> de área construida.

## REQUISITOS DE CALIDAD DEL MATERIAL



Las construcciones con bambú deben contar con materia prima que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la NEC-SE-GUADÚA. Estos requisitos incluyen la identificación de tallos o culmos apropiados y procesos adecuados de selección, corte, transporte, preservado, secado y almacenamiento, previo a ser utilizados como material de construcción.

**Identificación y selección de culmos:** Los culmos apropiados para la construcción deben tener entre 4 y 6 años. Esto se puede comprobar por la presencia de líquenes en todo el tallo (manchas blancas), ausencia de hojas caulinares y en los nudos un color gris y una textura áspera.



Tierna



Medura (hecha)



Sobremadura

**Corte de culmos:** Se recomienda cortar los culmos en luna menguante, cuando la marea está baja y en las primeras horas del día, que es cuando la planta tiene menor cantidad de agua y será menos propensa a ser atacada por insectos.

- El culmo se corta a ras del primer o segundo nudo visible y se debe arreglar la parte que queda (tocón) para que no se llene de agua y se pudra.
- El culmo cortado debe dejarse en posición vertical, arrimado a otras plantas para que se vacíe de agua, almidones y azúcares y se produzca la fermentación, esto es lo que se conoce como avinagrado.
- Antes de transportar los culmos se deben cortar las ramas de abajo hacia arriba, procurando no dañar los culmos.



#### **1 TRANSPORTE:**

En todo el manejo de la caña se debe evitar tirar los culmos al suelo y arrastrarlos para que no se rajen.



## 2 PRESERVADO

El bambú que se utilice en construcciones permanentes debe estar correctamente preservado. Se ha comprobado que el preservado más eficaz es el que utiliza ácido bórico y bórax y se realiza por inmersión.



## 3 SECADO

Después de preservar los culmos se deben secar, girándolos pasando un día, para que todas las partes de la caña se sequen de manera uniforme.



#### 4 ALMACENAMIENTO

Los culmos preservados deben almacenarse bajo techo. Deben colocarse en una plataforma elevada para evitar la humedad del suelo y se debe utilizar separadores para favorecer la ventilación y evitar la presencia de hongos. Además, deben colocarse de manera adecuada para evitar que se aplasten.



#### PROTECCIÓN POR DISEÑO

Toda construcción con bambú debe tomar en cuenta consideraciones de diseño que aseguren la protección del material frente a la acción de la humedad y de la luz solar directa, en particular de aquellas piezas asignadas para uso estructural.

#### REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

Es indispensable, además, garantizar que el proceso constructivo cumpla con un uso adecuado del material, de acuerdo con sus características físico-mecánicas.



## Prestar atención a lo siguiente



- Cimentaciones y sobrecimientos que aíslan al bambú de la humedad del suelo (Botas)
- Aleros y recubrimientos exteriores que brindan protección frente luz solar y lluvia. (Sombrero)
- Condiciones interiores adecuadas para proteger el bambú o evitar su exposición en espacios donde se produce calor y humedad como baños y cocinas.
- Las uniones y cortes deben ser bien ejecutados por mano de obra especializada.
- Las estructuras de bambú con luces mayores a 3 metros deben contar con un diseño y cálculo estructural elaborado por profesionales especializados.
- Las piezas metálicas expuestas deben ser recubiertas con pintura anticorrosiva
- En estructuras de bambú es necesario un mantenimiento cíclico que consiste principalmente de: observación, limpieza y retoque de acabados cuando esto sea necesario.

## LECTURA E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

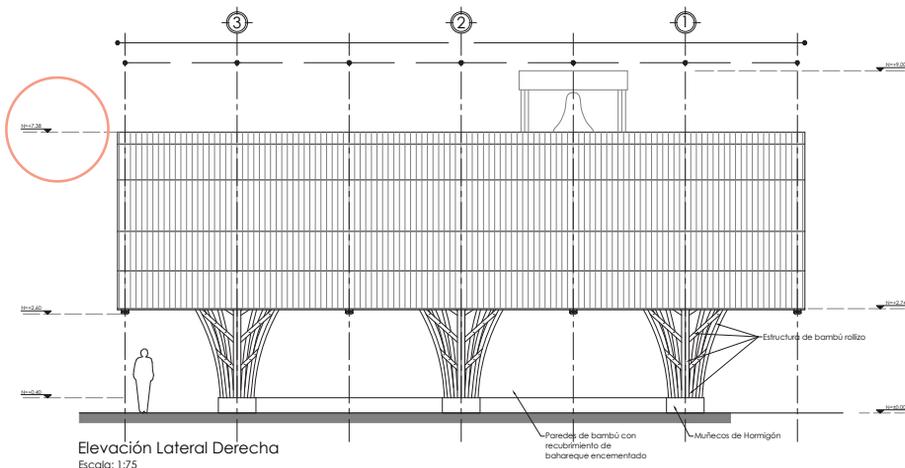


Los planos son la representación exacta de un objeto o de una edificación y comprenden una serie de gráficos realizados a un tamaño determinado y empleando símbolos convencionales para su correcta lectura e interpretación.

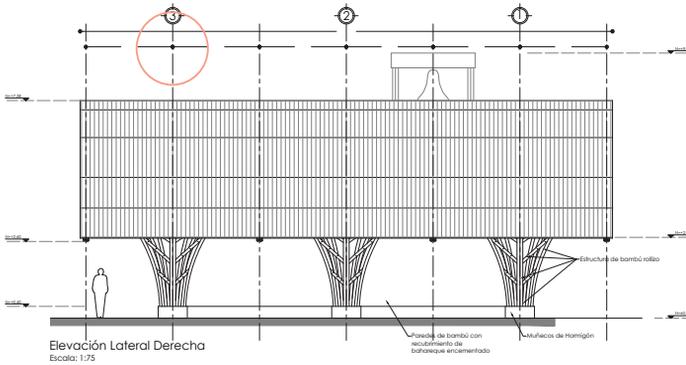
El propósito que tienen los planos es el de brindar información suficiente sobre un proyecto, de tal forma que permita su ejecución a partir de la interpretación del diseño. A través de los planos se logra identificar la forma y el tamaño de un proyecto, además de su sistema estructural, su distribución, su materialidad y sus sistemas de instalaciones.

### • ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PLANO

**Cotas:** indican las medidas o dimensiones de un objeto que está siendo representado.

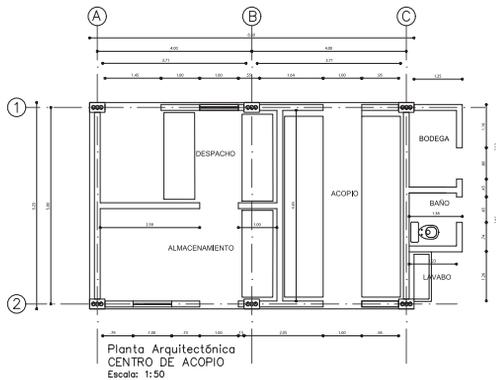


**Ejes:** son líneas imaginarias que generalmente coinciden de manera simétrica, con la distribución de los elementos estructurales. A los ejes se les asigna un nombre que puede ser una letra mayúscula o un número lo cual ayuda a ordenarlos y se representan con una línea separada por puntos.

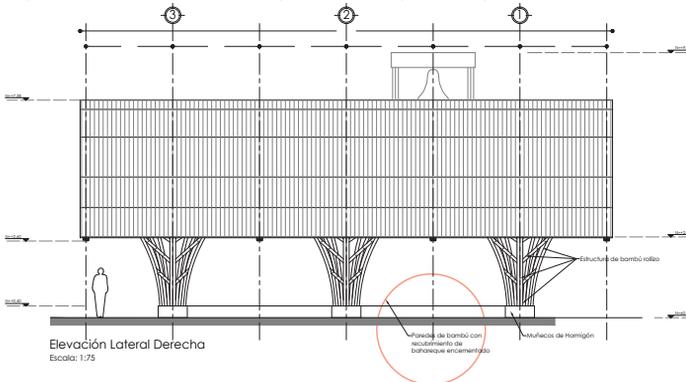


**Membrete:** es un elemento gráfico en el que se expresan referencias generales del proyecto y del plano en sí mismo, tales como su contenido o la escala a la cual ha sido realizado.

**Simbología:** son convenciones establecidas para representar cierto tipo de elementos de manera gráfica facilitando la interpretación de los planos.

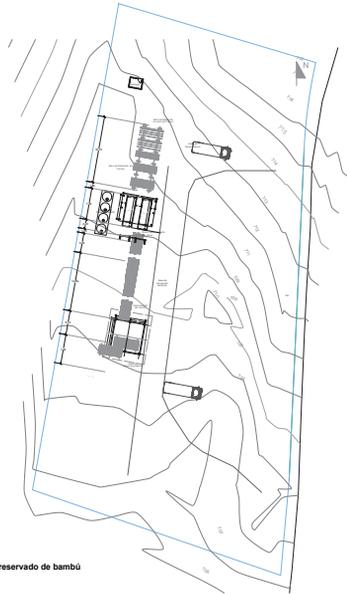


**Rotulación:** consiste en el texto incluido en los planos que señala información específica de una edificación tales como superficies, el nombre de cada dependencia o espacio, el tipo de material, entre otros.





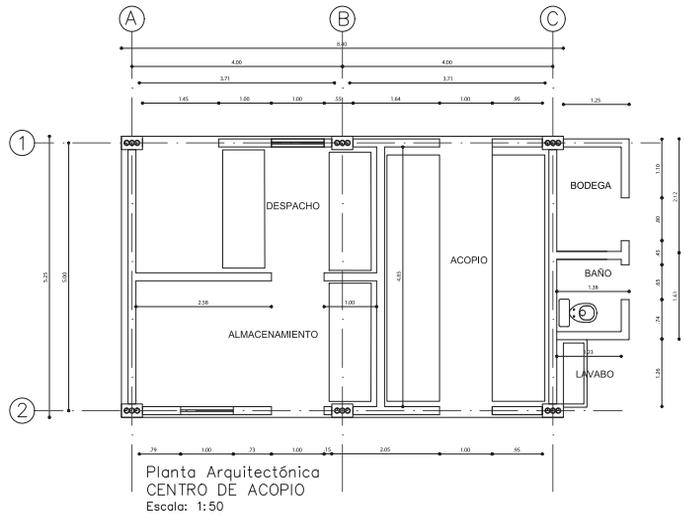
**Plano de ubicación:** en este plano se indica la posición relativa de la construcción con respecto al entorno (natural o construido) que le rodea. Presenta la orientación, vías principales, la división de manzanas o de otros lotes adyacentes.



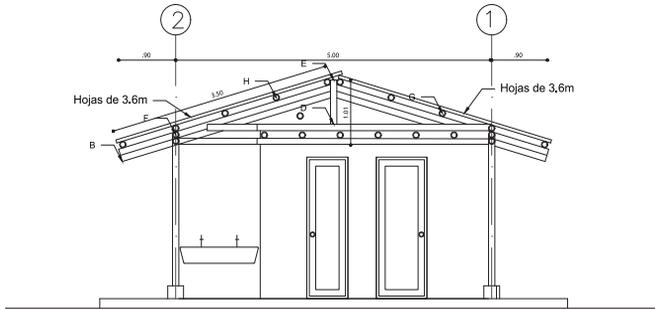
Centro de preservado de bambú  
AIRUKINA  
Implantación  
Escala 1:200

**Planos arquitectónicos:** determinan la forma de una edificación. Además, muestra la disposición que tienen sus diferentes componentes tales como puertas, ventanas, elementos estructurales, divisiones interiores, así como sus dimensiones, ejes y niveles. También se incluye simbología o rotulación para indicar la función que tendrá cada espacio.

**Planta arquitectónica:** presenta la ubicación de los elementos estructurales y los muros o divisiones que configuran los diferentes espacios junto con las dimensiones interiores y exteriores. En la planta, generalmente se especifica una línea de corte que sirve para mostrar el interior del proyecto. Por cada nivel de una edificación se presenta una planta arquitectónica.

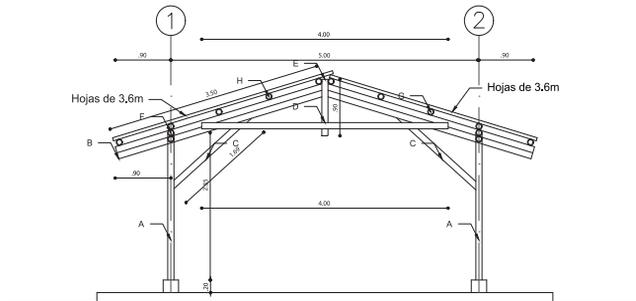


**Fachadas:** son los gráficos que muestran como se ve una edificación desde sus diferentes frentes. En un plano de este tipo, es común encontrar una fachada frontal o principal, una fachada posterior y dos fachadas laterales. Las fachadas también se suelen representar según su orientación, por ejemplo, fachada norte o fachada sur, esto ayuda a entender en que parte de la edificación existirá una mayor incidencia de la luz solar.



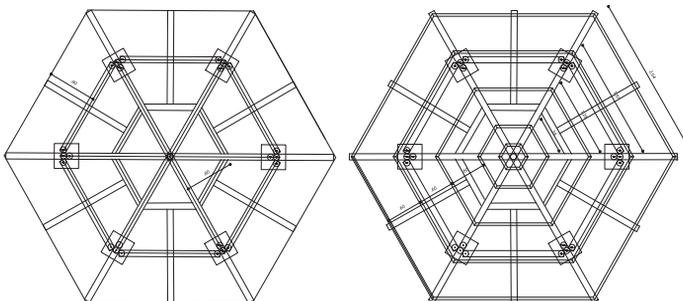
Elevación Lateral Izquierda  
Escala: 1:50

**Cortes:** generalmente se presentan dos cortes, uno a lo largo y otro a lo ancho del proyecto. En estos gráficos se presenta información sobre las dimensiones en altura que tiene una edificación, por ejemplo, la distancia libre desde el piso hasta la estructura de cubierta. Con los cortes se debe lograr identificar la distribución de los espacios, sus alturas, la diferencia de niveles, el tipo de estructura, tipos de materiales, entre otros.



Elevación Lateral Derecha  
Escala: 1:50

**Planta de cubierta:** muestra la forma que tendrá la cubierta de una edificación además de sus pendientes y sus respectivas caídas. Permite identificar la dimensión del volado de una edificación pues señala la ubicación de los muros exteriores con una línea entrecortada.

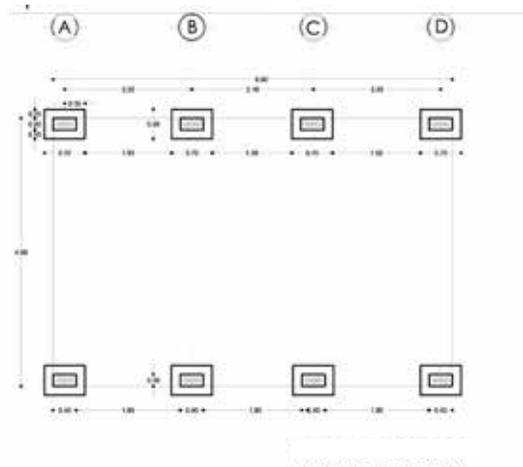


TUJERAS SECUNDARIAS

UBICACION DE CORREAS - DISTANCIA 60CM

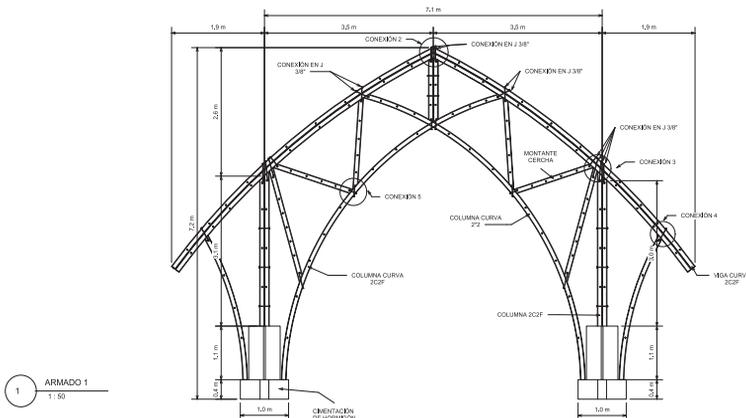
**Planos estructurales:** determinan la configuración que tendrá la estructura de una edificación, incluye una serie de especificaciones para su correcta ejecución.

**Planta de cimentación:** este plano es necesario para la ejecución de la estructura que soporta la edificación. Presenta los elementos que conforman la cimentación e incluye los ejes y las dimensiones existentes entre cada eje. Es común que en este plano se incluya información adicional sobre los diferentes tipos de cimientos que presenta la estructura del proyecto, ya sean plintos, zapatas o cadenas de cimentación.



**Plano estructural:** estos gráficos muestran en planta, elevación y corte de qué manera se configura la estructura de una edificación, especificando materiales, secciones, dimensiones y otras especificaciones necesarias para la ejecución de los diferentes elementos estructurales. Por ejemplo, en una viga de hormigón armado se señalan los diámetros de las diferentes varillas que se utilizarán para su armado y también como ésta se anclará con las columnas.

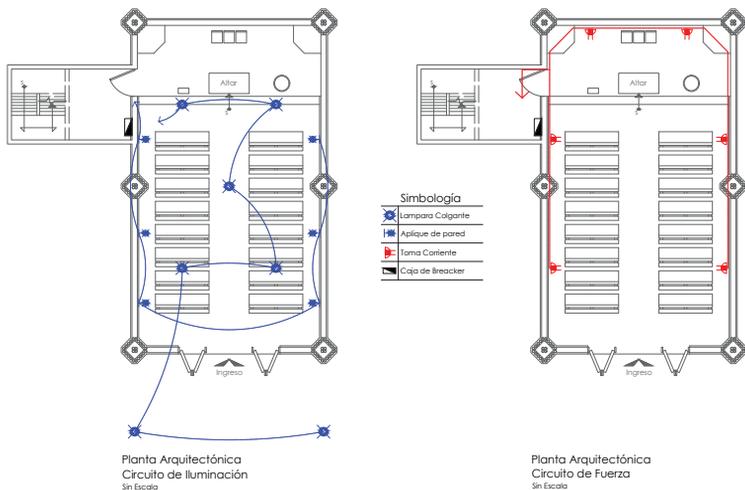
En los planos estructurales, generalmente consta una matriz que se denomina "planilla de fierros" la cual detalla los tipos, cantidades, diámetros y dimensiones de las armaduras que se requerirán en la ejecución de la estructura de hormigón armado.



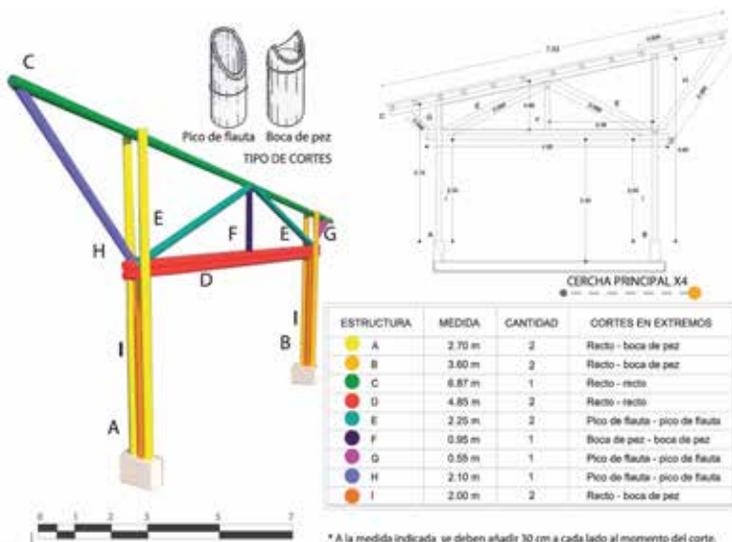
1 ARMADO 1  
1:50

Plano de estructuras con bambú: en estos planos se presenta como están configurados los diferentes elementos de una estructura de bambú, incluyendo las especificaciones sobre el tipo de uniones, los diferentes anclajes, así como sus dimensiones. A partir de este plano se puede determinar el tamaño y el número de piezas que se deberán cortar además de identificar qué tipo de piezas se requieren según su uso, por ejemplo, en el armado de cerchas se requerirán piezas de cierto diámetro que será diferente al de las piezas que se utilizan como columnas.

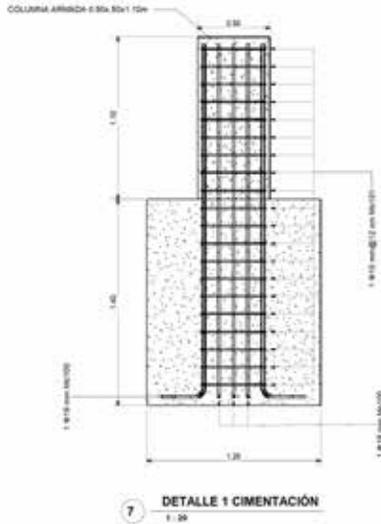
**Planos de instalaciones:** determinan el diseño de las instalaciones indicando la disposición que tendrán los diferentes componentes, tales como tomacorrientes o punto de luz en el caso de las instalaciones eléctricas o los puntos de desagüe y la ubicación de la tubería de agua en el caso de las instalaciones hidrosanitarias. En este tipo de planos se emplean simbología de acuerdo con cada especialidad.



**Plano constructivo:** presenta información específica sobre dimensiones y materiales para poder ejecutar una obra. Estos planos se complementan con los detalles constructivos.



**Planos de detalles:** muestra los elementos constructivos y acabados más importantes y se realizan a una escala mayor para permitir visualizar sus características.



**Plano topográfico:** muestra las características físicas que tiene un terreno a través del dibujo de sus curvas de nivel, identificando así sus pendientes o la existencia de quebradas o vertientes que deberán considerarse para la implantación de un proyecto.



# PLANIFICACIÓN DE OBRA Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO



Para optimizar el tiempo y los recursos al ejecutar una obra es recomendable planificar y prever posibles imprevistos, por ejemplo se debe verificar si se cuenta con el espacio adecuado para ensamblar los elementos estructurales en el mismo terreno o si será necesario armarlos en otro lugar y luego transportarlos al sitio de la obra. Así mismo se debe prever la presencia de lluvias u otras condiciones climáticas que dificulten la continuidad de los trabajos .

Al tratarse de una construcción con bambú, se debe tener en cuenta algunos aspectos que son importantes para alcanzar la calidad necesaria en el proceso de ejecución. A continuación se presentan algunos de los aspectos que se deben considerar:

**Verificación del lugar:** será importante constatar ciertas condiciones del lugar previamente, identificando así situaciones que pueden manejarse oportunamente como las facilidades de acceso al lugar, el espacio disponible para la realización de trabajos, el espacio de almacenamiento o bodegaje de materiales, la disponibilidad del fluido eléctrico e incluso las condiciones climáticas.



**Revisión de planos:** se deberá contar con toda la información técnica del proyecto, con la finalidad de verificar aspectos, como por ejemplo, la ubicación del proyecto en el terreno, identificando la necesidad de derrocar alguna estructura existente al verificar la longitud que tienen los aleros.



**Verificación de la materia prima:** una vez que la materia prima llega al sitio de la obra se debe verificar que la misma cumpla con los requisitos de calidad establecidos en la norma de construcción, constatando así que no presente daños que puedan afectar su resistencia y durabilidad.



**Selección y clasificación:** es necesario clasificar la materia prima según el uso al cual será destinado considerando algunas características como longitud, diámetro, curvatura, porcentaje de humedad, cercanía entre nudos, etc. Además se debe preveer un lugar de almacenamiento del material seleccionado y que este a su vez no altere la continuidad de los trabajos, ni exponga el material directamente a la humedad o a la luz solar.



**Preparación del material:** habiendo clasificado el material según su uso se deberá proceder a medir y realizar los cortes que correspondan conforme el proyecto. Para esto será necesario contar con un espacio adecuado y que preste las condiciones que se requieran, por ejemplo la disponibilidad de instalaciones para la utilización de herramienta eléctrica. Posteriormente se debe asignar un espacio donde reservar las piezas cortadas hasta su utilización, así mismo se tiene que destinar un espacio para alojar los desperdicios.



**Ensamblado o prefabricado:** en caso de que se opte por ensamblar los elementos in situ, se debe considerar contar con un espacio adecuado para el trazado de un molde a partir del cual se arman los diferentes elementos como por ejemplo, paneles o cerchas. Será necesario tomar en cuenta que al emplear caballetes se facilita el armado y que también se requerirá emplear algunas herramientas eléctricas.

Si las condiciones en el sitio de la obra no son los más favorables, se puede optar por ensamblar los elementos en otro lugar y luego trasladarlos, con esto se puede organizar un taller de trabajo donde se prefabriquen los elementos estructurales considerando que posteriormente deberán ser transportados en forma adecuada.



**Montaje:** una vez que los elementos estructurales de hormigón hayan sido realizados conforme las especificaciones del proyecto, se podrá proceder con el montaje de los elementos de bambú. Para esto se deberá prever la utilización de andamios, sogas e incluso, en algunos casos, poleas. Es importante además considerar la necesidad de apuntalar la estructura hasta que se hayan completado los anclajes respectivos.



**Manejo de equipos y herramientas:** continuamente se deberá hacer una constatación del funcionamiento de los equipos y herramientas, reemplazando oportunamente ciertas piezas que hayan cumplido su vida útil, como por ejemplo las cuchillas de la sierra caladora. Así mismo se deberá considerar no recalentar ciertas herramientas debido al uso excesivo como podría suceder con el taladro.

## SOSTENIBILIDAD



El 2023, fue el año más cálido de toda la historia. Este calor excepcional está directamente relacionado con el cambio climático. Por tal razón, es absolutamente necesario reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

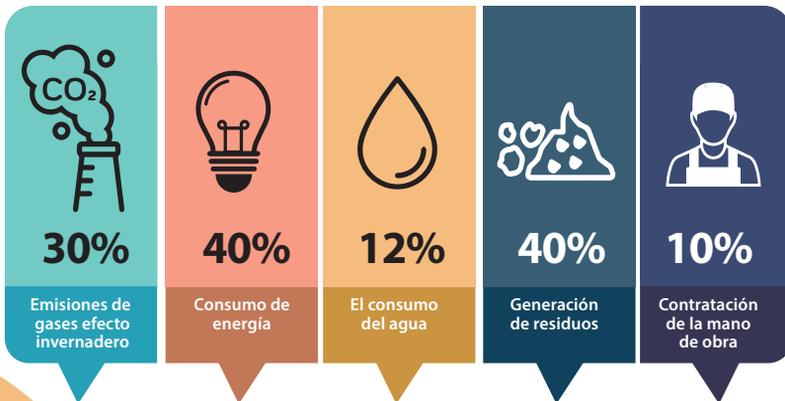
Se ha dicho que el cambio climático es en la actualidad el mayor reto que enfrenta la humanidad, nadie en todo el planeta está libre de sus consecuencias y afecta a los más vulnerables. Sólo actuando de inmediato se podrá evitar las graves consecuencias de una posible catástrofe climática.

Existen varias estrategias que se pueden implementar desde el sector de la construcción para reducir las emisiones, una de ellas es mejorar el rendimiento energético de los edificios, esto se puede lograr aplicando los conceptos de diseño bioclimático, reduciendo así el consumo de energía y alcanzando confort térmico en las edificaciones sin la necesidad de emplear equipos o sistemas mecánicos.

Otra estrategia es disminuir la huella de carbono de los materiales de construcción, para esto se debe impulsar el uso de materiales que requieren menos energía en su proceso de fabricación y que además se producen localmente reduciendo así las distancias de transporte.

## INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Se estima a nivel mundial que es responsable de





Como parte de los aspectos sobre protección por diseño que deben tenerse en cuenta para la construcción de estructuras de bambú, se encuentran algunas obras civiles que son necesarias realizar para aislar los elementos de bambú del contacto directo con el suelo, evitando así la afectación por lluvia o por humedad.

En este capítulo se abordarán algunas consideraciones generales que se deben seguir para la ejecución de los cimientos, sobrecimientos, contrapisos e instalaciones y demás trabajos preliminares.

**Importante:** una cimentación adecuada mantendrá aislados los elementos de bambú de la humedad y la lluvia, contribuyendo así con su durabilidad.

- A Limpieza del terreno:** es necesario realizar el desbroce o limpieza de la capa vegetal y cualquier otro tipo de vegetación dejando el terreno en condiciones aptas para el trazado y la posterior implantación del proyecto. Según sea el caso, la limpieza se puede realizar manualmente o mediante el uso de maquinaria.



- B Replanteo:** el replanteo o trazado consiste en trasladar la información indicada en los planos al terreno, es decir, con este procedimiento se consigue ubicar los ejes del proyecto y el resto de dimensiones sobre el terreno. Para su realización se deberá contar con algunos materiales como cuartones y tablas de madera para construir unos caballetes, además se requieren clavos y piola plástica. Hacer un replanteo es un trabajo minucioso que se debe ejecutar con mucha rigurosidad, procurando verificar cada medición que se realice.



**C Nivelación:** generalmente los terrenos no son planos y presentan cierta irregularidad, por eso se requerirá establecer niveles para la ejecución del proyecto. La nivelación consiste en trasladar puntos de referencia en el terreno, con este procedimiento es posible identificar los diferentes niveles que existen y así saber, por ejemplo, en que parte podría ser necesario realizar un relleno o establecer la diferencia de nivel con la red de alcantarillado. Para tomar el nivel se emplea una manguera transparente que se llena de agua, este método está basado en el principio de vasos comunicantes y resulta de mucha utilidad.



- D Excavación:** una vez que se ha realizado el replanteo y la nivelación se procede a marcar sobre el terreno las diferentes áreas de excavación considerando las dimensiones tal como se describen en los planos de cimentación. Según sea el caso, los trabajos de excavación se pueden realizar manualmente o con el uso de maquinaria.



- E Impermeabilización:** se recomienda la utilización de algún tipo de material de impermeabilización en los elementos que tendrán contacto con el suelo, esto ayudará a reducir los efectos de la humedad por capilaridad ascendente. El uso de plástico negro (polietileno) es una práctica común y de bajo costo que se debe colocar previo a las armaduras de refuerzo o al vertido del hormigón.



# CIMENTACIONES



La cimentación en una edificación tiene la función de transmitir de manera uniforme las cargas hacia el suelo. Deben de ejecutarse sobre suelo firme y no sobre rellenos para evitar posibles asentamientos. Para su ejecución se deben considerar algunos aspectos tales como:

**Replantillo:** consiste en el vertido de una capa de hormigón simple, de baja resistencia, que se emplea como base en los plintos de una cimentación. Generalmente el espesor de un replantillo es de 5 cm y no requiere del uso de encofrado.



**Hormigón ciclópeo:** dependiendo del tipo de suelo y de la disponibilidad de materia prima, se puede optar por ejecutar muros de hormigón ciclópeo como parte de la cimentación de un proyecto. Para la elaboración de este tipo de hormigón se emplean piedras de mayor tamaño como agregado grueso y se caracteriza por no contar con ningún tipo de armadura metálica de refuerzo en su interior.



**Encofrado:** consiste en la elaboración de moldes para dar forma a los elementos estructurales de hormigón y que se emplean de manera temporal mientras el hormigón alcanza su resistencia. Para ejecutar cimentaciones, generalmente se emplean piezas de madera para fabricar el encofrado aunque en algunos casos también se podría optar por el uso de tableros contrachapados, conocidos comercialmente como plywood, si es que se busca lograr un mejor acabado del hormigón además de que pueden ser reutilizados varias veces. Cabe indicar que existen también sistemas de encofrado metálicos que se emplean principalmente en la fundición de columnas o losas.



**Armado de hierros:** conforme lo indicado en los planos estructurales, y de manera específica en la planilla de hierros, se deberá realizar el armado de los refuerzos metálicos, estos consisten en varillas de diferentes diámetros, formas y tamaños que son parte de los elementos de hormigón armado como vigas y columnas.

Es importante verificar que los refuerzos metálicos mantengan una distancia adecuada del encofrado para evitar que estos queden expuestos después del vertido del hormigón, así mismo se debe evitar que se desplacen por lo que es recomendable comprobar que han sido correctamente amarrados entre sí.

Cabe considerar que en el caso de las estructuras de bambú y según el tipo de anclaje que se defina, se requiere dejar unas varillas adicionales, denominados chicotes, a una altura determinada sobre el nivel del piso, lo cual permitirá realizar el anclaje de los elementos de bambú posteriormente. Por tanto en el armado de hierros de los cimientos también se debe prever la ubicación y colocación de los chicotes conforme se establezca en los planos estructurales del proyecto.



**Colocación de instalaciones:** previo al vertido del hormigón y siguiendo lo establecido en los planos de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas se debe proceder con la colocación de tubería y sus demás elementos. Para esto es muy importante considerar la pendiente que deberá tener la tubería para su adecuado funcionamiento, por ejemplo, para el caso del desagüe de aguas negras en las instalaciones de baño, además se deben instalar algunos accesorios como sifones o codos y estos deberán ubicarse conforme se indica en los planos de instalaciones por lo que será clave analizar esta información cuidadosamente.



#### **Fundición del hormigón:**

Una vez que se han culminado los trabajos de encofrado y de armado de hierros y de que se han colocado y comprobado todas las instalaciones que van a quedar embebidas en el hormigón, se debe proceder con la fundición. Es importante tener en cuenta que la dosificación de los componentes del hormigón está relacionada con la resistencia que se busca obtener, por tanto será clave el manejo de las proporciones y la calidad de los diferentes componentes con los que se preparará el hormigón.

**Preparación del hormigón:** para la preparación del hormigón debemos considerar cómo se ha planificado realizar la mezcla, ya sea a mano o empleando una concretora. En ambos casos se debe realizar un buen manejo de las proporciones, así como verificar que el agua que se utiliza presente características óptimas. También es necesario disponer de un espacio adecuado, que permita disponer del material así como maniobrar la herramienta y la maquinaria correctamente, evitando el desperdicio de la mezcla o de sus componentes. El empleo de una concretora presenta ciertas ventajas en comparación con la preparación manual ya que la mezcla resulta mucho más homogénea pero es importante que se haya verificado que la maquinaria opera correctamente y que se prevea contar con el combustible necesario para su funcionamiento.

Los agregados finos y gruesos componen más del 70% del volumen del hormigón, por lo que de su calidad y de su tipo dependerá alcanzar unas buenas propiedades del hormigón.

Según las características del proyecto, en la preparación del hormigón se pueden añadir cierto tipo de aditivos para mejorar sus propiedades, como por ejemplo, plastificantes o acelerantes. Para su dosificación se recomienda seguir las especificaciones técnicas que tiene cada producto.

**Colocación del hormigón:** la colocación se debe realizar a la menor distancia posible ya que al caer de una altura mayor de 1 metro podrían llegar a separarse los agregados gruesos y no se obtendrá una mezcla uniforme. También es recomendable humedecer previamente el material de encofrado donde se va a verter el hormigón y en caso de lluvia se debe evitar que el agua altere la composición del hormigón por lo que se deberán tomar las medidas necesarias.

**Vibración o compactación del hormigón:** a través de este proceso se consigue evitar que queden espacios vacíos en los elementos de hormigón. Es recomendable realizar la vibración mediante un vibrador mecánico el cual se sumerge en la mezcla, sin embargo también se puede realizar manualmente empleando un pedazo de varilla metálica que se debe agitar repetidamente dentro del hormigón, con movimientos de arriba hacia abajo haciendo que la mezcla llene todos los espacios.

**Curado del hormigón:** durante el proceso de fraguado del hormigón y para lograr la calidad deseada es necesario mantener la humedad evitando un secado prematuro sobre todo cuando el ambiente presenta mayor temperatura. Para esto es necesario mojar con agua los elementos de hormigón e incluso, si es que existe una alta incidencia de la luz solar, cubrirlos temporalmente con algún material impermeable evitando que se evapore el agua.

Se recomienda realizar el curado durante al menos 7 días y se debe considerar que este proceso ayuda a que el hormigón alcance una mayor impermeabilidad, por tanto un hormigón que ha sido curado adecuadamente tendrá mayor durabilidad.

**Sobrecimientos y anclajes:** al tratarse de una estructura de bambú, una vez que se ha ejecutado el contrapiso, se deberá ejecutar un sobrecimiento sobre el cual se asientan la estructura de bambú, de esta manera se protege a los elementos de bambú de la humedad. Conforme se señala en la NEC-SE-Guadúa, la altura mínima que debe tener el sobrecimiento es de 20 cm.

Generalmente se emplean bloques de hormigón prensado para la ejecución del sobrecimiento, estos bloques deberán ser atravesados por los chicotes con los que posteriormente se anclará la estructura de bambú, además serán rellenados con hormigón simple y enlucidos en su exterior como acabado final.

Es importante recordar que el bambú en ningún caso debe quedar sumergido o embebido dentro del hormigón. Con el sobrecimiento se consigue elevar a los elementos de bambú del nivel del piso. Adicionalmente, es recomendable utilizar una membrana resistente a la humedad para separar los elementos de bambú del sobrecimiento, aquella membrana podría ser de un material como neopreno o una placa metálica.

En cuanto al anclaje de los elementos de bambú a los sobrecimientos, además del anclaje mediante varillas o chicotes que es el más común, existen otras opciones como el uso de pletinas de acero u otros elementos metálicos.



**Mampostería:** en ciertos casos se realizan muros de mampostería los cuales ayudan a proteger aún mejor a los elementos de bambú de la humedad y de la lluvia por encontrarse mucho más elevados del nivel del piso. Para su ejecución, se deberá tener en cuenta el mismo principio que en los sobrecimientos, considerando el anclaje que deberán tener los elementos de bambú a los muros mediante elementos metálicos.

También es necesario considerar que se recomienda realizar muros de mampostería en áreas cuya función o uso implica la presencia de mayor humedad tales como cocina, lavandería o baños, especialmente en el área de la ducha.



## CONSTRUCCIÓN CON GUADÚA



La construcción con guadúa representa la posibilidad de repensar la forma en que habitamos nuestra casa común. Lo hicieron nuestros ancestros, también abrieron nuevas sendas bambuseros como Jorge Morán, Miguel Camino y Saúl Vera, ahora corresponde a las nuevas generaciones multiplicar ese legado.

### **Cortes o entalladuras:**

Anteriormente, en el subtema sobre “Planificación de obra y organización del trabajo” se habían revisado algunos elementos como selección y clasificación, preparación del material, además de ensamblado o prefabricado. Cada una de aquellas actividades se relaciona con la realización de los cortes o entalladuras con bambú, por tanto, se sugiere volver a revisar aquellos contenidos.

Para realizar una unión o ensamble con elementos de bambú, es necesario moldear los extremos, de tal manera que las piezas se acoplen de la mejor manera posible, a eso nos referimos con cortes o entalladuras. Entonces es muy necesario considerar el diámetro de la pieza con la que se une, el ángulo que formarán entre sí y también la distancia que mantiene con el nudo más cercano; además, el tipo de herramienta con el que se realizarán los cortes.

Entre los cortes o entalladuras se encuentran tres tipos básicos:

**Corte recto:** es plano y generalmente se realiza en la parte inferior de los elementos de bambú que sirven como columnas, es decir en la parte que se ancla a la cimentación. Se realiza fácilmente con la ingleteadora aunque también se puede efectuar manualmente con serrucho o segueta. Conforme la NEC-SE-Guadúa, la distancia máxima del corte al nudo debe ser de hasta 6 centímetros.

### **Corte/entalladura boca de pescado:**

Se caracteriza por ser cóncavo y se utiliza para unir un elemento de bambú con otro de manera perpendicular, es decir a un ángulo de 90 grados, por ejemplo, para realizar la unión entre la parte superior de una columna con una viga que se asienta sobre ella.

Este tipo de corte se realiza tradicionalmente empleando un mazo y un formón, por ser el mecanismo más económico y seguro. Sin embargo, con la destreza y la precaución necesaria, se puede realizar con caladora o utilizando una sierra de copa del diámetro adecuado.



### **Corte/entalladura pico de flauta:**

Este tipo de corte permite unir elementos de bambú con un ángulo diferente a 90 grados, logrando así una unión en diagonal, las cuales son comunes aplicar en un "pie de amigo" o también en la conformación de las cerchas e incluso en el armado de paneles de bambú como piezas diagonales que permiten rigidizar la estructura.

Al igual que el corte boca de pescado, se realiza empleando un mazo y un formón aunque en algunos casos se puede precisar del uso de la caladora. Conseguir realizar de manera adecuada una unión o ensamble con bambú dependerá en gran medida de la calidad del corte que se efectuó.



**Uniones:**

Mediante las uniones se logran ensamblar las piezas de bambú entre sí para conformar elementos estructurales como columnas, vigas, pórticos, paneles, cerchas, entre otros.

Dado que el bambú se caracteriza por su forma cilíndrica y por estar vacío o hueco en su interior, no se puede realizar una unión de la misma manera en que se unen los elementos de madera, además el uso de clavos afecta considerablemente sus fibras y por ende su resistencia.

Sin embargo existen otros elementos que se emplean para unir piezas de bambú, tales como pernos, tarugos o tacos. Para realizar uniones de bambú es indispensable considerar que las perforaciones que requieren las uniones deben encontrarse cercanos al nudo (3 cm de distancia) para no afectar su resistencia.

**Elementos constructivos**

A través de las uniones de las piezas de bambú se configuran elementos constructivos que deben desarrollarse considerando las características físico mecánicas del material y lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción.

**Columnas:** soportes verticales que sostienen el peso de una estructura y trabajan principalmente a compresión

**Vigas:** elementos estructurales que trabajan principalmente a flexión.

**Riostra:** apoyo estructural que limita la deformación de una estructura

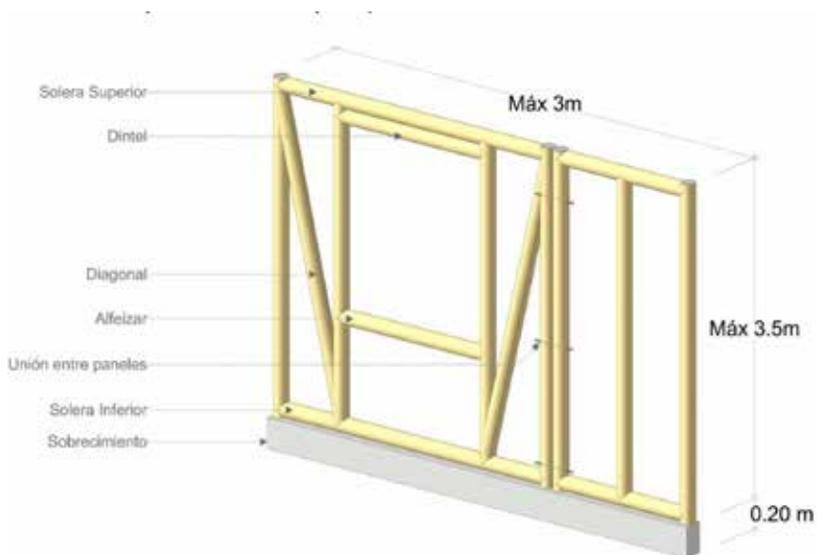
**Cerchas:** un elemento estructural reticulado que recibe y traslada cargas



### Paneles:

Los paneles son elementos estructurales que configuran paredes y deben incluir las siguientes consideraciones:

- Una longitud no mayor a 3 metros
- Una altura no mayor a 3,5 metros
- Distancia entre culmos verticales no mayor a 60 centímetros
- Incluir dintel y alfeizar si tiene ventanas.
- Las soleras de los paneles pueden ser de bambú o madera, unidas por tornillos autopercutoras.
- Para la unión entre paneles se recomienda que tengan al menos tres conexiones
- Deben incluir piezas diagonales para brindarles mayor rigidez.
- La caña picada para su recubrimiento debe ser colocada preferentemente con grapas.
- La caña picada debe ser limpiada previamente



### **Acabados y terminaciones:**

Se ha dicho que la calidad y durabilidad de una estructura de bambú depende en gran medida de su diseño, así como de la materia prima y de la mano de obra empleada en su construcción. Pero también es necesario que se complemente con una adecuada ejecución de acabados y terminaciones lo cual le otorga un valor agregado a las construcciones con bambú.

Entre las tareas de este componente pudiesen considerarse las siguientes:

- Cortar el exceso de varilla utilizado en los ensambles emperrados.
- Limpieza de elementos de bambú, lo cual es indispensable si además se le aplicará algún tipo de barniz, laca o aceite.
- Aplicación de barnices, selladores, lacas o aceites, considerando que sean productos que brinden una mayor protección de los rayos ultravioletas, principalmente en los elementos que tengan una mayor exposición a la luz solar.
- Aplicación de pintura anticorrosiva en los herrajes.
- Sellado de espacios que se presentan entre los elementos de bambú o también en las uniones con otros componentes, como por ejemplo, el espacio entre una viga y los marcos de puertas o ventanas.
- Sellado de los extremos de los elementos de bambú, lo cual evita el ingreso de animales que pueden anidar en el interior.





