



TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIÓN Y DOMÓTICA

DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE PÉRGOLAS USANDO CAÑA GUADUA
REEMPLAZANDO MATERIALES TRADICIONALES COMO LA MADERA Y EL
METAL

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Técnico Superior en Obra Civil

Profesor guía:

Arq. Patricio Homero Herrera Delgado

Autor:

Marcelino Samael Castillo Miranda

Año:

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Patricio Homero Herrera Delgado
Arquitecto
C.C.1703577112

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Francisco Javier Zaldumbide Zurita
Arquitecto
C.C.1718906280

DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondiente y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Marcelino Samael Castillo Miranda
C.C.1752440360

AGRADECIMIENTOS

A mi tutores Arquitecto Patricio Herrera, por su comprensión, paciencia y a todos aquellos profesores que supieron brindar su apoyo y conocimiento incondicional durante toda la carrera. A mi familia, por la ayuda, las palabras de aliento y en particular a mi madre. A los nuevos amigos, con quienes pase buenos y duros momentos, aprendiendo el significado del trabajo en equipo en las aulas, a la Universidad De Las Américas que me permitió aumentar mis conocimientos.

DEDICATORIA

A mi esposa, Daniela Silva, quien han sido mi apoyo, que ha sabido darme las fuerzas e impulsos en momentos de debilidad en este difícil camino para la culminación de una gran etapa de mi vida y una meta totalmente personal, sin tu constante empuje, estas palabras no estarían aquí amor. Gracias Vida.

RESUMEN

La modernidad permite que las sociedades accedan a expresiones artísticas manifestadas en elementos constructivos o decorativos, la pérgola es un objeto que satisface tanto las necesidades de decoración como la función de resguardo del ambiente, sin embargo los materiales utilizados suelen constituir un costo elevado que restringe su utilización a muchas personas.

El objetivo de este trabajo es determinar la construcción de una pérgola en caña guadua como alternativa a los materiales comúnmente utilizados, para lo cual se realizó una investigación tanto bibliográfica como práctica para determinar las diferentes características de este material como las mecánicas con una flexión de (1761.5 Kg/cm^2) , módulo de elasticidad de (258720 Kg/cm^2) y resistencia a la compresión de (712.7 Kg/cm^2) . Propiedades superiores a la de otros materiales como la madera y acero.

En cuanto a precio se determinó que es un sistema económico con un costo de \$646.44 y el tiempo de construcción es de 39 horas hombre, valores menores a los de la madera y acero, lo que hace que una pérgola construida en caña guadua sea totalmente recomendable para aquellos que desean o necesitan este elemento.

Para facilitar la construcción de este sistema se elaboró un manual de construcción donde se detallan los diferentes pasos a seguir para lograr el armado, respaldado por un video como material de soporte.

ABSTRACT

Modernity allows society to have access to artistic expressions that can be found in constructive or decorative elements. The Pergola is an object that satisfies decoration purposes as well as keeping safe the area of work, none the less, the materials used for construction tend to be quite expensive which limits its use for the vast majority.

The main objective of this project is to be able to make a Pergola using Caña Guadua (Bambu) as an alternative to other materials that are generally used to build Pergolas. For that matter a practical and bibliographical investigation was necessary in order to determine different characteristics of this material. For example: flexibility mechanics of (1761.5 Kg/cm²), elasticity module of (258720 Kg/cm²), and compression resistance of (712.7 Kg/cm²). These Caña Guadua properties are superior compared to other materials such as wood and iron.

In economical terms, the result was 646.44 \$ and a construction time of 39hrs/man. Which makes its cost cheaper than wood and iron, making a Pergola of Cana Guadua more affordable to those in need of this construction tool.

A manual with all the instructions and steps to follow, was created to help with the setting of the Pergola. It also includes a video tutorial as additional help.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Contexto histórico	4
1.2. Tipos de pérgolas.....	6
1.2.1. Pérgola adosada.....	7
1.2.2.-Pérgola independiente.....	8
1.3. Materiales de construcción	9
1.3.1. Madera.....	9
1.3.2. Metal	13
1.3.3. Caña guadua	15
1.3.4. Análisis comparativo	16
2. CAPITULO II. SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN	20
2.1. Acero.....	20
2.1.1 Ventajas.....	21
2.1.2.Desventajas.	22
2.2. Madera.....	22
2.2.1. Ventajas.....	23
2.2.2. Desventajas	24
2.3. Caña guadua.....	25
2.3.1.-Ventajas.....	27
2.3.2. Desventajas.	28
2.4. Análisis comparativo.....	28
3. CAPITULO III. TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN.....	30
3.1. Procesos Generales	31
3.1.1. Nivelación.	31
3.1.2. Cimentación.....	31

3.2. Madera.....	34
3.2.1. Preparación de vigas	34
3.2.2. Parado de columnas	35
3.2.3. Armado del marco.....	36
3.2.4. Colocación de vigas secundarias.....	36
3.2.5. Pintado de la pérgola	37
3.3. Acero	38
3.1. Vigas.....	38
3.3.2.-Vigas transversales	40
3.3.3. Vigas secundarias.....	40
3.3.4. Pintura	41
3.4. Caña guadua.....	41
3.4.1. Vigas principales.....	41
3.4.2. Vigas secundarias.....	42
3.4.3. Pintura	43
3.5. Análisis comparativo.....	44
4. CAPITULO IV. COSTOS.....	46
4.1. Madera.....	46
4.2. Acero.....	46
4.3. Caña guadua.....	47
4.5. Análisis comparativo.....	48
5. CAPITULO V. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE PÉRGOLA EN CAÑA GUADUA.....	50
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
6.1. Conclusiones.....	54
6.2. Recomendaciones	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pérgola.....	3
Figura 2 Pérgola jardín del Priorato de Orzán (1113).....	4
Figura 3 Gazebo.....	6
Figura 4 Pérgola adosada	7
Figura 5 Pérgola independiente	8
Figura 6 La madera.....	9
Figura 7 Vigas de cedro	10
Figura 8 Ficha técnica cedro	11
Figura 9 Flexión estática de la madera	12
Figura 10 Compresión paralela madera	12
Figura 11. Cizallamiento de la madera.....	13
Figura 12 Acero.....	14
Figura 13Perfiles de acero	14
Figura 14 Estructura de bambú	15
Figura 15 Propiedades mecánicas del cedro y la caña guadua	17
Figura 16 Factores de resistencia cedro, caña guadua, acero.....	18
Figura 17 Estructura de acero.....	20
Figura 18 Estructura en madera.....	23
Figura 19 Agentes bióticos de la madera	24
Figura 20 Agentes abióticos de la madera	25
Figura 21 Caña guadua.....	26
<i>Figura 22 Propiedades de la caña guadua.....</i>	<i>27</i>
Figura 23 Modelo pérgola.....	30
Figura 24 Nivelación del terreno.....	31
Figura 25 Cimiento	32
Figura 26.Excavación.....	33
Figura 27 Cimentación de base.....	33
Figura 28 Léxico de una pérgola	34
Figura 29 Preparación vigas principales	35
Figura 30 Armado de columnas	35
Figura 31 Armado de marco.....	36

Figura 32 Armado de vigas secundarias	36
Figura 33 Terminados	37
Figura 34 Armado columna acero	38
Figura 35 Vigas de acero	39
Figura 36 Vigas transversales acero	40
Figura 37. Vigas secundarias	40
Figura 38 Fijación Columnas.....	42
Figura 39 Vigas secundarias guadua	42
Figura 40 Armado de vigas por amarre.....	43
Figura 41 Curado caña guadua.....	43
Figura 42 Propuesta pérgola.....	50
Figura 43 Equipo de seguridad industrial	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Propiedades mecánicas del cedro y la caña guadua	17
Tabla 2	Factores de resistencia cedro, caña guadua, acero	18
Tabla 3	Comparación características de construcción	29
Tabla 4	Tiempo construcción de pérgola en madera	38
Tabla 5	Tiempos de construcción en pérgolas de acero	41
Tabla 6	Tiempos de construcción de pérgola en caña guadua	44
Tabla 7	Cuadro comparativo de tiempos de construcción.....	44
Tabla 8	Materiales construcción de pérgola en madera.....	46
Tabla 9	<i>Materiales de construcción de pérgola en acero</i>	47
Tabla 10	Costo de materiales de pérgola en caña guadua	48
Tabla 11	Costos de construcción de pérgola	48

INTRODUCCIÓN

Una pérgola es un elemento formado por un conjunto de vigas de madera en forma de techo que descansa sobre pilares que le sirven de soporte

Su uso es variado, es un elemento decorativo de gran atractivo que también cumple funciones que nos ayudan a vivir mejor, disfrutar mucho más del espacio que disponemos, en ciertas ocasiones está relacionado con la decoración de espacios abiertos como jardines, ingresos o terrazas, lugares de descanso o sitios en donde se puede implementar mesas y crear sitios de reuniones o comida, también se usan para proteger del sol, viento o lluvia, pueden usarse para separar ambientes creando intimidad por ser un elemento que se fusiona con el entorno.

En el Ecuador se la construye tradicionalmente con maderas como el chanul, colorado, arenillo, moral y en menores cantidades con el eucalipto, por lo que su construcción suele tener un costo mayor.

También se las construye en otros materiales como el acero, el cual tiene gran variedad de formas e incluso colores lo cual hace que su costo final sea elevado, lo que limita su uso en este tipo de construcción.

La caña guadua posee excelentes características como, rápido secado, alto módulo de elasticidad, gran resistencia a la flexión y compresión, es una buena alternativa para la construcción de pérgolas, además de tener un costo sustancialmente menor que los materiales tradicionales como la madera y el acero.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaboración de un instructivo / manual de construcción de pérgolas en base a caña guadua como alternativa mucho más económica y de alta calidad que sirva para superar la problemática que se halla en gran parte de la sociedad al tener frente a su necesidad una limitación económica.

Objetivos específicos

1. Recopilar información necesaria tanto en estudios nacionales como internacionales acerca de las cualidades de la caña guadua en construcción, y realizar un cuadro comparativo entre caña guadua y materiales tradicionales como la madera y metal.
2. Determinar los sistemas de construcción más adecuados en caña guadua para el proyecto, tomando en cuenta bibliografía nacional e internacional además de consultas a especialistas para determinar cuál sistema es el más accesible económicamente.
3. Demostrar que la construcción de pérgolas en caña guadua es más rápido que con otros materiales ya que es un material que no necesita mucha preparación para ser manipulado en comparación con la madera y metal.
4. Analizar los costos de construcción de pérgolas en caña guadua versus costos en madera y metal, demostrando que al utilizar caña guadua como materia prima el costo de la construcción de pérgola disminuye.
5. Elaborar un manual que muestre los procedimientos a seguir para la construcción de pérgolas en caña guadua así como un video ilustrativo como respaldo.

1. CAPITULO I. MARCO TEÓRICO



Figura 1 Pérgola

La gente siempre ha buscado crear entornos que le permita alcanzar comodidad y confort, en su búsqueda ha desarrollado diferentes alternativas estéticas que le permitan alcanzar este fin. Los jardines, las piletas, los caminos y las pérgolas son algunos ejemplos de esa necesidad de ambientes agradables y estilizados.

La pérgola proviene del latín "pérgula", que quiere decir alero o cubierta. No se conoce con exactitud en que momento fue creada ya que surge de un proceso de evolución de diferentes estructuras cuyo fin principalmente era la de crear resguardo del sol.

No existe un modelo único de pérgola en cuanto a diseño o tamaño. De manera general se compone de pilares sobre los cuales se asientan vigas secundarias en sentido horizontal dando lugar a la formación de un techo que puede tener detalles en diferentes materiales como madera, policarbonato, vidrio o material vivo como plantas trepadoras.

Existen diferentes formas y materiales para construirlas acorde al gusto y necesidad de las personas, pero los materiales más utilizados en Quito para su construcción son la madera como el cedro, nogal, eucalipto, pino, colorado rojo pero también se las puede construir en metal, aunque en este material están más orientadas a la construcción industrial que para fines estéticos.

1.1. Contexto histórico

Como se mencionó no existe una datación exacta del origen de este elemento pero el registro histórico más visible es el “Jardín del Priorato de Orzan que tiene una pérgola sobre la cual crece la vid. Ésta puede sombrear suavemente la terraza.” (MEGA BUILDER, 2011), Esta construcción se encuentra en Francia en la localidad de Maisonnais y es considerada un importante destino turístico para quienes visitan esta localidad. La antigüedad de esta estructura data del año “1113, fecha de finalización de la construcción de la iglesia y la consagración con asistencia, entre otros, de Robert de Arbrissel y el obispo de Bourges”. (Monasterios Centro Valle de Loira, 2010).



Figura 2 Pérgola jardín del Priorato de Orzán (1113)

Tomado de: <http://www.france-voyage.com/francia-guia-turismo/jardines-priorato-notre-dame-orsan-207.htm>

En cuanto a la presencia de pérgolas en América no existen registros de estas en la época prehispánica, aunque no se descarta la presencia de construcciones similares ya que se menciona la belleza de sus jardines en las crónicas de Indias “algunas ciudades, como Tenochtitlán, en México, tenían una población mayor que cualquier ciudad contemporánea de la época, además de contar con agua corriente, hermosos jardines botánicos y calles de una limpieza inmaculada”. (Segovia, 2014). Tampoco se conocen registros en la época colonial, pero si se toma en cuenta las características que poseen se pueden relacionar con los portones de haciendas en el campo. El arquitecto Gustavo Maldonado menciona que un referente de las pérgolas en el Ecuador son las estructuras que se colocaban en las entradas de las haciendas, elementos donde colgaban plantas a manera de decoración. Posteriormente el avance de la arquitectura en conjunto con el desarrollo económico permitió la influencia de nuevos estilos en la construcción en parte por la llegada de arquitectos extranjeros y otra por ecuatorianos preparados en el exterior, que al regresar influenciarían con nuevos sistemas de construcción y diseño que permitirían la introducción de nuevos elementos decorativos entre los cuales se encuentra el uso de pérgolas con un fin más estético que funcional.

El desarrollo de la arquitectura en el Ecuador tiene tres etapas, la primera es un híbrido entre influencias europeas y la mano de obra indígena cuyos resultados se aprecian en el arte colonial en un estilo barroco con elementos indigenistas, la segunda etapa se da en la época republicana definida por una tendencia neoclásica, y la tercera denominada contemporánea, caracterizada por una fuerte influencia extranjera.

Es en esta época (años cincuenta) donde se aprecia el uso de las pérgolas en los ambientes ecuatorianos como lo menciona Marco Córdova además de la “utilización de otros elementos de carácter más bien decorativo, tales como muros corridos, espejos de agua entre otros” (Cordova, 2005)

De ahí en adelante sería cada vez más normal el uso de estas estructuras en el país, aunque ha tomado mucha fuerza en los últimos años.

1.2. Tipos de pérgolas

En los países que gozan de climas cálidos, la necesidad de un lugar donde guarecerse del sol es una prioridad, lo que ha permitido desarrollar diferentes tipos de estructuras para este fin, las formas más primitivas de este tipo de construcción se lo puede observar en la utilización de “cuatro palos entrelazados en el suelo, donde se extendía sobre ellos un techo con ramas como medio para escapar del calor”. (ARQHYS, 2012). Actualmente las pérgolas tienen una finalidad más decorativa que funcional como elemento de resguardo.

El desarrollo tecnológico, la introducción de nuevos materiales o el intercambio cultural, facilitó el avance del diseño en la construcción, lo que permitió el desarrollo cada vez más estético de elementos arquitectónicos. De acuerdo al uso fueron creándose diferentes diseños tal es el caso de los gazebos, o cenadores europeos (costumbre europea de cenar al exterior debido al buen clima, en las costas del mediterráneo) que pueden ser considerados el antecesor de la pérgola.



Figura 3 Gazebo

Posee el similar proceso de construcción y elementos, según la Real Academia de la Lengua es “un espacio comúnmente redondo, que suele haber en los jardines, cercado y vestido de plantas trepadoras, parras o árboles”. (Real

Academia Española, n.d.). Su estructura principalmente de madera es circular o hexagonal, posee un diseño bastante decorativo y la presencia de un techo. Aunque puede construirse en cualquier lugar de un jardín, se acostumbra a colocarlo en partes altas, a fin de disfrutar del paisaje y a su vez que pueda ser apreciado por los visitantes.

“Se diferencia de las pérgolas por el uso al que se destina, ya que no es un elemento de paso sino una estancia”. (Soto, 2014)

Por el uso que tiene el gazebo o cenador este incluye la construcción de un piso que sirve de base para asientos. La Pérgola carece de este elemento ya que su construcción está orientada a ser un elemento de paso o de estancia momentánea.

Da cuerdo al lugar donde se la va a construir podemos clasificar dos tipos de pérgolas.

1.2.1. Pérgola adosada

Se llama pérgola adosada a aquella que se construye adjunta a otra estructura.

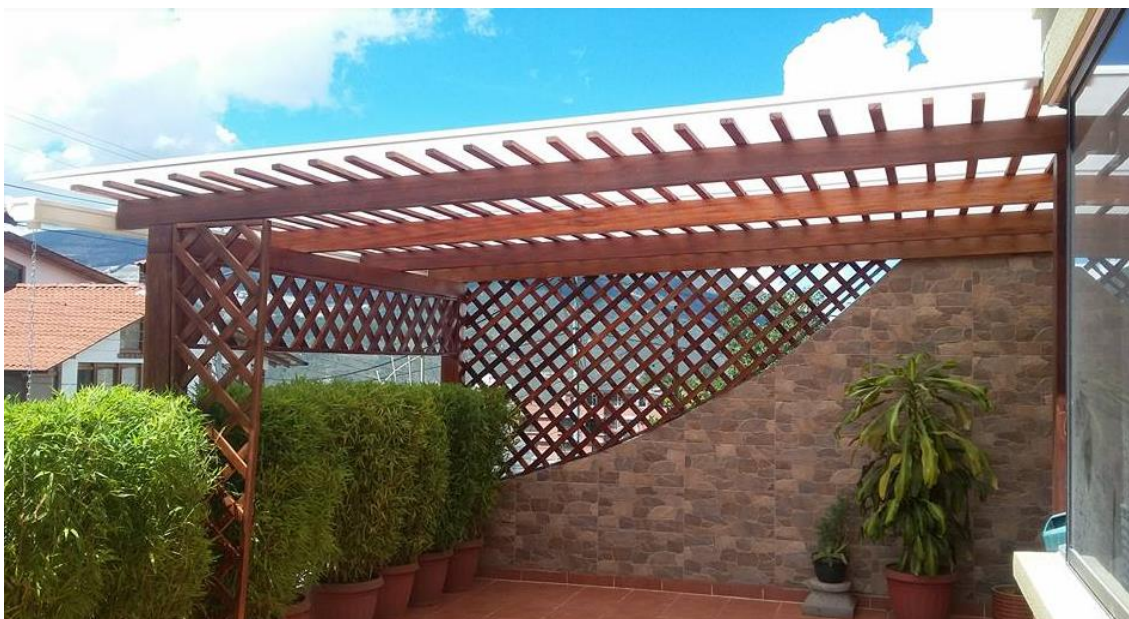


Figura 4 Pérgola adosada

Generalmente se la construye al carecer de espacio abierto. Se la puede construir junto a una estructura ya existente como una pared lateral del patio o conjunta a la vivienda, permitiendo obtener un detalle constructivo conjunto formado por la vivienda y la pérgola.

En este sistema los soportes se adjuntan a la estructura del objeto adyacente, lo que le permite mayor firmeza en la estructura, así como el ahorro de materiales.

1.2.2.-Pérgola independiente

A diferencia de la pérgola adosada esta se arma en espacios abiertos como jardines y su estructura es totalmente independiente.



Figura 5 Pérgola independiente

Recuperada de www.backyarddiscovery.com

Esta pérgola se construye sobre pilares que sirven de soporte para la estructura que conforma el techo. No depende de otra estructura para su construcción. Consta de vigas sobre las cuales descansa el marco que sirve de base para el techo. Comúnmente se suele construir en jardines, patios o espacios abiertos pero también en sitios elevados como terrazas de viviendas o edificios.

1.3. Materiales de construcción

1.3.1. Madera

Se considera como madera al tejido duro y fibroso que se encuentra debajo de la capa denominada corteza en los árboles, se la encuentra en las ramas, tronco y raíces de los mismos.

La madera es para el hombre uno de los recursos naturales más usados desde milenios. Con ayuda del actual desarrollo tecnológico, este recurso puede ser utilizado en diferentes sectores como el industrial donde es empleada en la fabricación de muebles, o el de la construcción donde su uso va desde la utilización como soportes, postes, tablones o como elementos más funcionales como puertas, ventanas o en techos.

Las fuentes de esta materia prima se encuentra principalmente en bosques, aunque en la actualidad se lo ha ido tratando como un recurso renovable mediante una extracción sostenible al sembrar árboles con fines de explotación maderera por parte de la industria.

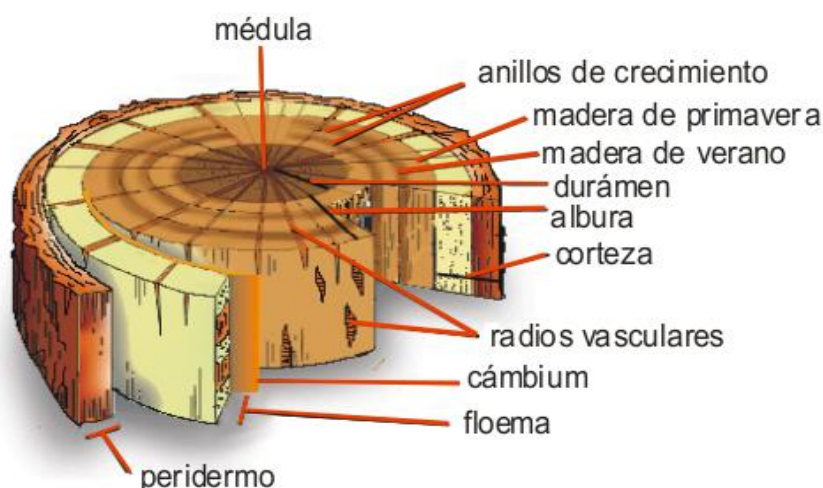


Figura 6 La madera

Recuperada de <http://blogmaderadiver.blogspot.com/p/la-madera-y-sus-caracteristicas.html>

El Ecuador por su posición geográfica, riqueza del suelo y clima disfruta de una gran cantidad de árboles maderables que contribuyen a la industria maderera a generar recursos y empleo directo e indirecto. De las diferentes especies maderables que existen en el país se obtiene diversa materia prima que por sus características puede ser usada con diferentes fines.

En el país para la fabricación de vigas y columnas comúnmente se usa el colorado, arenillo, moral y chanul. Aunque el colorado también es usado para fabricar tablones al igual que el seike. Para encofrados suele usarse el laurel, otra madera usada en construcción es el eucalipto normalmente para la fabricación de pingos.

En el caso de las pérgolas, estas suelen ser construidas en su mayoría en madera, tanto por la facilidad en la obtención de la materia prima de construcción como por sus características estéticas. Entre los tipos más comunes para su armado se tiene al cedro, el colorado, el pino, el fresno, cada uno con sus propias ventajas y desventajas para la elaboración de este trabajo se ha escogido el cedro para realizar las comparaciones pertinentes con los otros tipos de materiales.



Figura 7 Vigas de cedro

Recuperada de http://www.maderasaguirre.com/productos/estructuras/vigas_macizas.html

Tiene por nombre científico *Cedrela Odorata*, pertenece a la familia Meliaceae, en el Ecuador, según el Ministerio de Ambiente del Ecuador (2014) existen cuatro especies que se distribuyen en las provincias de Esmeraldas, Galápagos, Los Ríos, Loja, Morona y Napo.

Este es un árbol que puede llegar a alcanzar los 25 metros de altura y un diámetro de 80 cm, su madera es utilizada por su capacidad de resistir el ataque de insectos como la polilla.

En el Ecuador se lo utiliza en la fabricación de puertas, ventanas, muebles, pérgolas, molduras, es considerado una madera fina de ahí que tiene un costo elevado en el mercado. Valor que es justificado por su belleza y resistencia. Según el mencionado Ministerio el cedro presenta las siguientes características:

PROPIEDADES FÍSICAS			
Densidad (g/cm ³)	En verde	Seco al aire	Anhida
	0.64	0.39	0.36
Contracción (%)	Volumétrica		Tangencial
	8.5		1.5
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Flexión estática (Kg/cm ²)	MOR	MOE	ELP
	511	74000	
Compresión paralela (Kg/cm ²)	404		
Compresión perpendicular (Kg/cm ²)			37
Cizallamiento (Kg/cm ²)	ERZ Radial		
	57		
Dureza Janka (Kg/cm ²)	Lateral	Extremos	
	220	364	
Extracción de clavos	57	42	
Tenacidad (KJm ²)	Impacto trabajo de corte		
	37		
Autor: PADT-REFORT y Londoño, A.	Año: 1992	Lugar de la muestra: Provincia de Zamora Chinchipe	
Tipo de publicación: Monografía	Repositorio: Biblioteca General Centralizada	Institución: Universidad Técnica del Norte	

Figura 8 Ficha técnica cedro

Recuperada de www.fao.org/3/a-i4407s.pdf

De donde se obtiene la información necesaria para fines comparativos con otros materiales de construcción.

Flexión estática determina la resistencia del material a esfuerzos de flexión, en el caso de la madera tenemos un valor de 511 Kg/cm³.

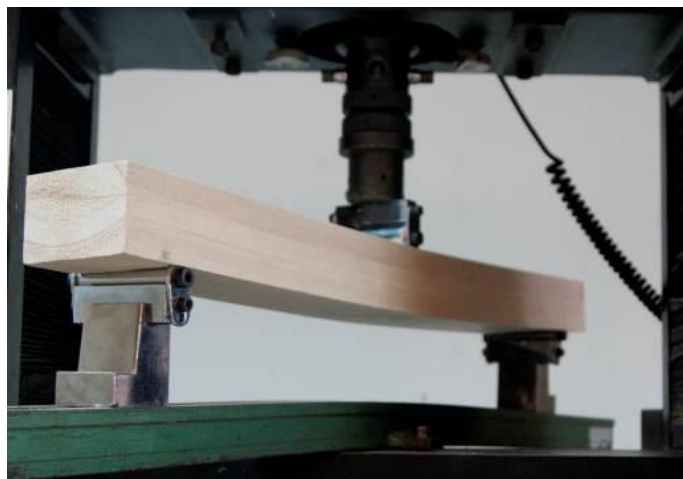


Figura 9 Flexión estática de la madera
Recuperada de www:actualidad.aidimme.es

La Compresión paralela es la resistencia que posee la madera al someterse a fuerza en dirección paralela a sus fibras”, el cedro posee una valor de 404 Kg /cm³.



Figura 10 Compresión paralela madera
Recuperada de www.pemade.com/ensayos-para-madera-estructural?lightbox=dataItem-ikh63jo9

Otro valor a tomar en cuenta es el cizallamiento radial que es la capacidad de la madera para resistir la acción de las fuerzas paralelas y opuestas que tienden a producir deslizamiento de unas fibras con relación a otras, con respecto a esta propiedad tenemos un valor de 57 Km/cm³.

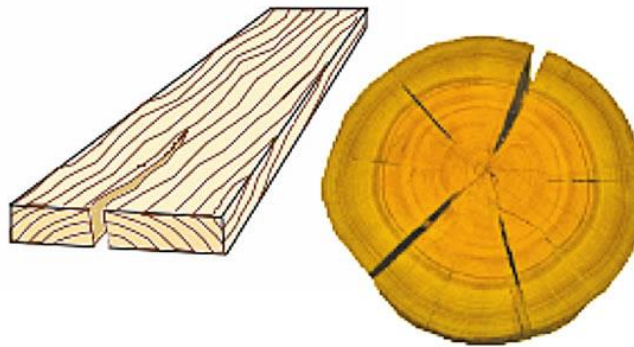


Figura 11. Cizallamiento de la madera

Recuperada de <http://www.edubolivia.org/WebMadera/capitulo4.html>

El grado de dureza de una madera se lo determina mediante la escala Janka, que en el caso del cedro es de 220 Kg/cm³.

Estos valores serán de utilidad para realizar un análisis comparativo frente a las propiedades mecánicas de la caña guadua y determinar la conveniencia para trabajar con cada uno de esos materiales.

1.3.2. Metal

Se conoce como acero a la combinación entre hierro y carbono, si la presencia de carbono es no es superior al 2,4 % se obtiene un acero de con mayores características de resistencia , caso contrario el acero es más débil y no se puede forjar.



Figura 12 Acero

Recuperada de www.casaydiseño.com

El desarrollo de los sistemas de construcción en el Ecuador ha permitido acceder a diversos tipos de construcción, uno de ellos es la utilización de vigas de acero mediante soldadura por sus altas propiedades de resistencia y absorción de energía sin llegar a romperse, su uso es muy popular en la construcción ecuatoriana sobre todo en el uso de estructuras metálicas, techos suspendidos, armado de columnas.

Existen el mercado ecuatoriano diferentes tipos de vigas de acero entre las más comunes están los tipo correas(C), canales (U), ángulos, etc...



Figura 13Perfiles de acero

Recuperada de <http://www.ipac-acero.com/>

Los mismos que permiten construir cualquier tipo de proyectos tales como puentes, edificios, y otras estructuras. Por lo que es una opción válida para el armado de una pérgola. Este sistema de construcción está regulado en el Ecuador por la norma INEN NEC-2015 capítulo NEC- SE-AC en la que se menciona las especificaciones para estructuras sismo resistentes de acero. Según los estudios realizados por Janssen (1992) se determinan las propiedades de diseño de una estructura en acero:

R: Resistencia de diseño (Kg/cm²): 1630

M: Masa por volumen (KG/cm²): 7800

R/M Relación de resistencia (Kg/cm²): 0,209

E: Modulo de elasticidad: 214000

E/M Relación de rigidez (Kg/cm²): 274

1.3.3. Caña guadua

La caña guadua es una gramínea herbacea, que en el Ecuador se estima unas “10.000 has de esta planta, de las cuales, se estiman que 5.000 has provienen de plantaciones, plantadas mayoritariamente con las especies Guadua

Angustifolia y Dendrocalamus Asper siendo la primera la más común” (Bambú Ecuador, n.d.).



Figura 14 Estructura de bambú

Recuperada de www.backyarddiscovery.com

Las plantaciones de caña guadua se concentran especialmente en las zonas tropicales de Sto. Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Manabí, Los Ríos, Sta Elena Y Pichincha y Napo en la Sierra.

Por la riqueza de la tierra y el tipo de clima esta planta crece hasta 30 metros de altura y hasta 15 cm de diámetro en un período corto de 3- 4 años.

Debido a su rápido crecimiento (3 -4 años) el aporte ecológico de esta planta es elevado ya que produce grandes cantidades de oxígeno en poco tiempo.

Para fines comparativos con los sistemas construidos en madera se usaran las investigaciones de Julius Janssen que muestra las siguientes características mecánicas de la caña guadúa (Janssen, 1992)

R: Resistencia de diseño(Kg/cm²):

M: Masa por volumen(KG/cm²): 600

R/M Relacion de resistencia(Kg/cm²): 0,170

E: Modulo de elasticidad: 203000

E/M Relación de rigidez(Kg/cm²): 340

Compresion(Kg/cm²):825

Flexión Estática: 856

Modulo de elasticidad: 203873

Cizallamiento :23

Tracción paralela a la fibra: 2038-3058

1.3.4. Análisis comparativo

Luego de observar las diferentes características físicas como mecánicas de diferentes materiales como el cedro, el acero y la caña guadua se puede elaborar una tabla comparativa tomando en cuenta las propiedades en común a fin de considerar la mejor opción para la elaboración de una pérgola en cuanto a características.

Tabla 1
Propiedades mecánicas del cedro y la caña guadua

PROPIEDADES MECÁNICAS		
FACTOR	CEDRO	CAÑA GUADUA
Flexibilidad Estática	511	856
Compresión	404	825
Cizallamiento	57	23

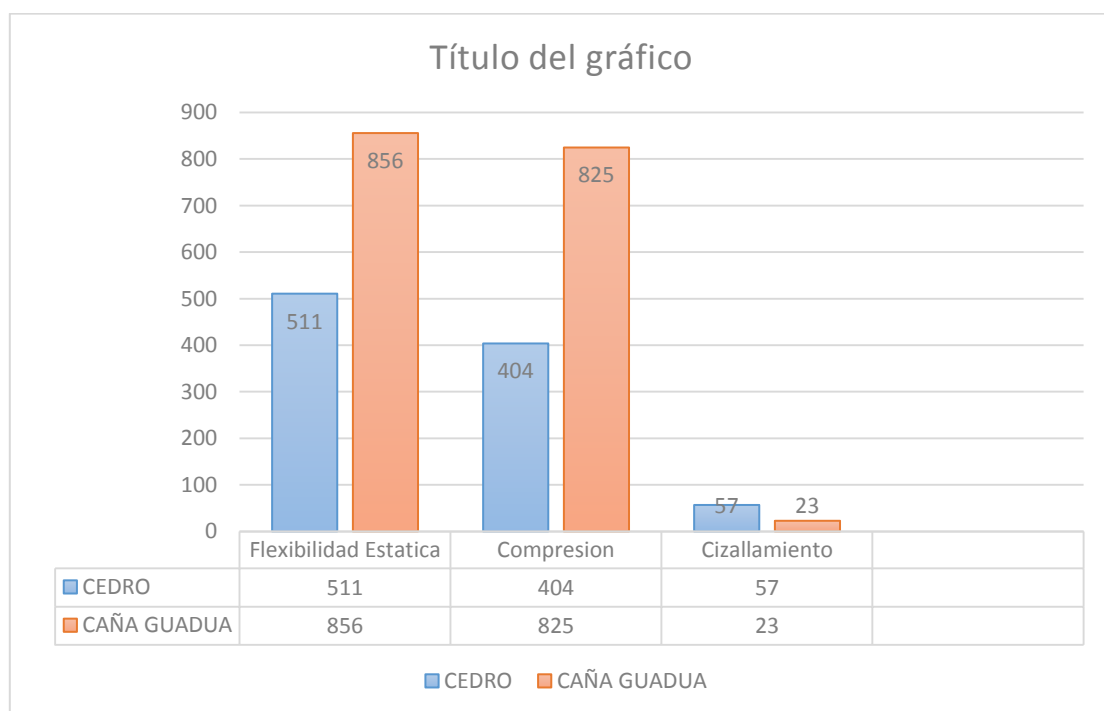


Figura 15 Propiedades mecánicas del cedro y la caña guadua

La flexibilidad de la caña guadua es el factor más apreciable de este material, lo que le permite ser utilizado para proyectos sismo resistentes.

Los valores de compresión son aceptables y superiores al cedro, sin embargo se recomienda el reforzamiento mediante el uso de cañas dobles o triples para contrarrestar los efectos de pandeo.

El cizallamiento es una de las características negativas de la caña guadua que lo hace fácil de rasgarse, por lo que se evita el utilizamiento de clavos en su estructura, este problema puede ser solucionado mediante la utilización de perforaciones con herramientas como un taladro eléctrico o manual, que permite atravesar la caña para posteriormente utilizar pernos de fijación y así obtener mayor estabilidad en las uniones que de la que se conseguiría con amarres manuales de las vigas

Tabla 2
Factores de resistencia cedro, caña guadua, acero

Factor	FACTORES DE RESISTENCIA		
	Cedro	Caña guadua	Acero
Resistencia de diseño	76	102	1630
Masa por volumen	600	600	7800
Elasticidad	112000	203000	214000

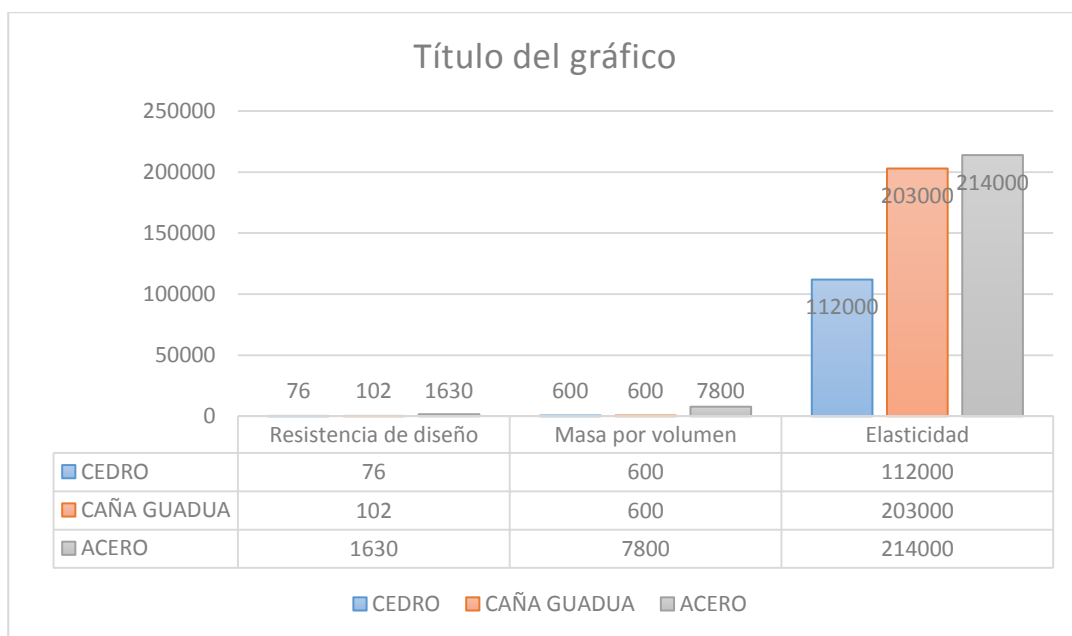


Figura 16 Factores de resistencia cedro, caña guadua, acero

Al comparar el cedro con la caña guadua podemos observar que la resistencia es casi el doble que la madera, mientras que el acero posee ampliamente una mayor resistencia de diseño que los dos materiales.

En cuanto a la masa por volumen el acero es aquel que posee un mayor valor frente a los valores iguales del cedro y la caña.

Y en este cuadro se observa también la mayor elasticidad de la caña frente al cedro, pero es superada por el acero, pero esta cualidad es disminuida por el punto de quiebre del acero o de los puntos de soldadura.

Por todos estos resultados podemos afirmar que la caña guadua es un material adecuado para la construcción de pérgolas, por presentar características superiores a maderas tradicionales como el cedro y valores comparados con el acero, además de ser mucho más económica que estos materiales, sin embargo no ha sido empleada de manera común en la sociedad ecuatoriana por factores culturales por considerarse que por ser un material de bajo costo está orientado al consumo de sectores populares.

2. CAPITULO II. SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN

Se considera que un sistema constructivo es la combinación de materiales, mano de obra y herramientas que en conjunto con la técnica y procedimientos llevan a la consecución de una construcción.

2.1. Acero



Figura 17 Estructura de acero

Recuperada de: Samael Castillo

Los primeros artesanos en trabajar el hierro, producían aleaciones que hoy se clasificarían como hierro forjado, la técnica era calentar una masa de mineral de hierro y carbón vegetal en un gran horno con tiro forzado, de esta manera se reducía el mineral a una masa esponjosa de hierro metálico llena de una escoria de impurezas metálicas, junto con cenizas de carbón vegetal. Esta esponja de hierro se retiraba mientras permanecía incandescente, dándole fuertes golpes con pesados martillos para poder expulsar la escoria y soldar el hierro. Ocasionalmente esta técnica de fabricación, producía accidentalmente auténtico acero en lugar de hierros forjado. (Concha, 2010)

En la actualidad hay una gran variedad de tipos y formas de acero, el constructor podrá escoger la variante en tipo y forma del acero más adecuada para su proyecto constructivo.

“La supuesta perfección de este metal, tal vez el más versátil de todos los materiales estructurales, parece más razonable cuando se considera su gran resistencia, poco peso, facilidad de fabricación y otras propiedades” (McCormac, 2016, pág. 15), características que permiten sus utilización en la construcción de pérgolas.

2.1.1 Ventajas

Las características del acero permiten que este sea utilizado frecuentemente en la construcción, ya que es considerado como una alternativa rápida y eficiente de construcción, entre los motivos por lo que se considera un medio rápido de construcción según se tiene:

- Que al ser perfiles prefabricados, no necesita mayores preparativos para su utilización.
- Su manipulación es relativamente fácil.
- Sus características permite hacer correcciones durante el diseño de la estructura así como aumentos en la misma sin que esto implique mayores inconvenientes.
- Estandarización de piezas.
- Rapidez de construcción, lo que permite generar ahorros económicos.
- No produce grandes cantidades de desechos como otras formas de construcción.
- Puede ser desmontado de manera rápida y limpia y reutilizado.
- Se puede reciclar o vender como chatarra.
- Posee la propiedad de uniformidad que “las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo, como es el caso de las reestructuras de concreto reforzado” (McCormac, 2016, pág. 25)

2.1.2.Desventajas.

- Por las dimensiones de las piezas es necesario asignar un espacio de almacenaje apropiado, lo que constituye un nivel de inversión económica.
- Si no existe una adecuada mano de obra calificada para la manipulación de estos materiales, puede provocar el riesgo de que las uniones no sean las adecuadas, lo que compromete la resistencia de la estructura.
- Otra desventaja del acero en la construcción de pérgolas es la corrosión ya que por estar expuesto a la intemperie debe ser constantemente pintado con pinturas anticorrosivas lo que implica una inversión de tiempo y dinero.
- Es conductor de electricidad por lo que si existe rozamientos con alguna fuente de energía eléctrica puede constituir un peligro para las personas que estén expuestas a su contacto, así también puede generar fugas de corriente que constituirían un elevado costo económico por consumo eléctrico.
- El acero tiene otras desventajas como la susceptibilidad a las altas temperaturas, pandeo y fatiga, estas no tienen una influencia importante en la construcción de una pérgola ya que su diseño, construcción y características son mucho más sencillas que las que presentan una estructura mayor.

2.2. Madera

La abundancia de madera en la naturaleza ha hecho que este sea un material utilizado comúnmente por el hombre desde tiempos inmemorables.

En el mercado actualmente se encuentran diverso tipos de madera con diferentes características, por lo que es importante que la persona encargada de comprarla posea cierto nivel de conocimiento con respecto al material o a su

vez debe asesorarse con las personas conocedoras a fin de evitar gastos innecesarios ocasionados por una mala selección del tipo de madera.



Figura 18 Estructura en madera

Recuperada de: Samael Castillo

2.2.1. Ventajas

- La madera debido a su composición posee diversas propiedades, pero debido a sus fines constructivos en pérgolas se tratarán los siguientes:
- Propiedades eléctricas: la madera seca no transmite electricidad.
- Propiedades térmicas: Se calienta menos que otros materiales como el acero.
- Propiedades mecánicas: La composición de las fibras de la madera le permite que frente a determinados esfuerzos pueda ser un sustituto del acero.
- Siendo el Ecuador un país con una gran industria maderera permite la disponibilidad de este material.
- Existe suficiente personal capacitado con conocimientos adecuados para trabajos en madera.

- Los tiempos de construcción en madera suelen ser más cortos que los que tardan las construcciones en hormigón.
- Los niveles de desechos son bastante bajos y poco contaminantes.

2.2.2. Desventajas

Entre las desventajas se puede anotar la susceptibilidad a factores bióticos y abióticos.

- Factores bióticos

Son aquellos seres que provocan daño a la madera, viven gracias a la humedad que permite su presencia. “Entre el 12 y el 45% de humedad, se desarrollan todos los ataques de agentes xilófagos, sea tanto hongos como insectos, que se alimentan de materias nutritivas contenidas en la madera.” (Pascual, 2011, pág. 40)



Figura 19 Agentes bióticos de la madera

Recuperada de (<http://www.deslesa.com/index.php/16-servicios?start=4>)

- Factores abióticos

Entre los principales se encuentra la humedad de la madera, esta busca evaporarse por lo que si se la trata con agentes que busquen protegerla de la intemperie, la humedad al querer salir solo estropeará los acabados, de esto se observa la importancia del nivel de secado de la madera antes de tratarse.

Otro factor perjudicial es la radiación solar, y siendo la pérgola un elemento construido a la intemperie y sumado los altos niveles de radiación del país, “la ubicación geográfica del Ecuador es el factor que determina la alta radiación solar que recibimos” (Sorgato, 2016)

Tipos de radiación

Ultravioleta: “Esta radiación quema las células de la superficie de la madera, pero sin calentar la misma. El efecto que produce es un agrisamiento y desescamado”. (Pascual, 2011, pág. 39)



Figura 20 Agentes abióticos de la madera

Recuperada de (http://www.ehowenespanol.com/reparar-madera-podrida-como_467735/)

Infrarroja: “Esta radiación es la que calienta la superficie de la madera pero sin quemarla. Produce la evaporación del agua contenida en las células de la superficie que producen fisuras y grietas” (Pascual, 2011, pág. 40).

2.3. Caña guadua

La caña guadua, como material de construcción, ha sido utilizada desde tiempos antes de Cristo. La construcción más antigua en nuestro país, de caña

guadua fue hallada en la Península Santa Elena cerca de Guayaquil en la costa de Ecuador por el arqueólogo Karen E. Stothery en 1988 la cual data con una antigüedad de 9500 años.



Figura 21 Caña guadua

Recuperada de (<http://www.andes.info.ec/es/sociedad/comuneros-manglaralto-exportan-ca%C3%B1a-guadua-chile.html>)

Como se mencionó anteriormente este material posee una serie de propiedades tales como se muestran en el siguiente cuadro:

PROPIEDADES FISICO-MECANICOS DE LA CAÑA GUADUA				
PROPIEDADES	SECCION	VALORES		
		MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
DENSIDAD SECA *** (g/cm ³)	ENTRENUDO	0.86	0.75	0.83
	EN EL NUDO	0.81	0.70	0.77
CONTRACCION VOLUMETRICA*** (%)	ENTRENUDO	37%	26%	31%
	EN EL NUDO	30%	25%	28%
RESISTENCIA A LA TENCION * (Kg/cm ²)	ENTRENUDO	3,515.50	1,828.00	2,636.62
	EN EL NUDO	3,480.34	1,265.58	2,285.00
MODULO DE ELASTICIDAD A LA TENSION * (Kg/cm ²)	-	316,395.00	140,620.00	228,507.50
RESISTENCIA A LA FLEXION ** (Kg/cm ²)	-	2,760.00	763.00	1,761.50
MODULO DE ELASTICIDAD A LA FLEXION *** (Kg/cm ²)	-	277,689.00	239,743.00	258,716.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION ** (Kg/cm ²)	-	863.00	562.48	712.74
MODULO DE ELASTICIDAD A LA COMPRESION ** (Kg/cm ²)	-	199,000.00	151,869.60	175,434.80
MODULO DE ROTURA *** (Kg/cm ²)	-	1,113.00	757.00	935.00
CIZALLAMIENTO **** (Kg/cm ²)	-	-	-	43.85
ESFUERZO CORTANTE *** (Kg/cm ²)	-	75.00	63.00	69.00

FUENTES:

* "Diseño y Construcción de Estructuras de Madera", Julio León Rodríguez, 1986. Tesis Inq. Civil U.C.S.G.

** "Bambú, su cultivo y Aplicaciones", Arq. Oscar Hidalgo Lopez, 1974. Estudios Técnicos Colombianos.

*** "Memorias del Seminario Internacional Bamboo 2001", Guayaquil, Ecuador.

**** "Estudio de Construcción de Viviendas Económicas con Bambú-Concreto", Arq. David Guzman, 2001

Figura 22 Propiedades de la caña guadua

Recuperada de http://humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/INBAR_technical_report_no20.pdf

2.3.1.-Ventajas

Siendo la caña guadua una excelente alternativa de construcción, se determina las propiedades adecuadas para la construcción de pérgolas, entre las principales están:

- Suficiencia de cantidad de plantaciones de caña guadua por lo que la disponibilidad de este material es alta.
- Las propiedades físicas y mecánicas de la caña guadua lo hace un excelente material para la construcción de pérgolas.
- Su bajo costo lo convierte en una excelente alternativa para reducir .costos.
- Su manipulación no produce grandes cantidades de desperdicios.
- Sus desechos no atentan contra la calidad del medio ambiente.

- Existe suficiente gente capacitada para trabajar con caña guadua, ya que siempre ha sido utilizada en el sector de la construcción.
- La maquinaria necesaria para su empleo es la misma que se usa para cualquier trabajo en madera.

2.3.2. Desventajas.

- Por las características de las fibras es susceptible a rajarse por lo que no es recomendado usar clavos para su trabajo.
- Es susceptible al ataque de hongos mientras sea una planta en cultivo como la *Estigma chinensis* (Chrysomelidae), ataca sólo los tallos nuevos... y la *Cyrtotrachelus longipes* (Curculionidae) es un gusano que ataca el ápice superior de los tallos nuevos. (Ramón, 2006, p. 21)
- Ramón también indica que luego de cortados los tallos pueden ser atacados por polillas, pero pueden ser tratados con “Carbosota (Nuban 100), o una mezcla de gasoil con gas kerosene”.

2.4. Análisis comparativo

Para determinar cuál es la mejor alternativa para la construcción de pérgolas, se asignaran valores en función de que tan positivo resulta cada cada factor, a fin de obtener cierta uniformidad que nos permita tener un valor cuantitativo para facilitar la evaluación.

Escala de comparación

Ausencia total de la característica=0

Baja presencia de la característica=1

Presencia media de la característica=2

Alta presencia de la característica= 3

Tabla 3

Comparación característica de construcción

Factor	Madera	Acero	Caña guadua
Resistencia térmica	3	1	3
Resistencia a plagas	1	3	1
Resistencia a humedad sin tratamiento	1	1	3
Resistencia a humedad con tratamiento	3	3	3
Nivel de desechos	1	1	1
Reciclaje	2	3	2
Uniformidad	2	3	1
Reutilización	1	3	1
Baja conductividad eléctrica	3	1	3
Espacio almacenaje	2	2	2
Facilidad de manipulamiento	2	2	3
Ahorro en el costo	2	1	3
TOTAL	23	24	26

Luego de hacer una comparación entre las diferentes ventajas y desventajas de los sistemas constructivos entre los tres materiales: madera, acero y caña guadua se puede observar que la utilización de la caña es viable para la construcción de pérgolas.

3. CAPITULO III. TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

Se ha observado la posibilidad de construcción de pérgolas en distintos materiales, dependiendo de las características de los mismos, originan la necesidad de ciertas particularidades a la hora del armado.

Sin embargo por fines de este trabajo se tomarán en cuenta características de diseño y valores aplicables a los tres materiales: madera, caña guadua y acero



Figura 23 Modelo pérgola

Recuperada de <http://www.pergolakitsusa.com/>

Para fines comparativos se calculará valores en base a una pérgola tipo con las siguientes características:

- Las dimensiones de la pérgola son 3 m de ancho por 3 m de largo
- La altura es de 3 m
- Se emplean 4 columnas
- Se aplican 4 vigas secundarias o vigas soleras
- Posee 12 vigas transversales
- Tiene 12 viguetas superiores de forma de techo

3.1. Procesos Generales

3.1.1. Nivelación.

Es la acción de preparar el suelo del lugar en el que se trabajará, es de medir las diferencias de altura entre dos o más puntos dejar a nivel el sitio de trabajo y delinear las diferentes medidas de la colocación e inicio de las excavaciones para los plintos.



Figura 24 Nivelación del terreno

Recuperada de <http://www.concremax.com.pe/noticia/nivelacion-terrenos-corte-relleno>

El primer paso en el proceso de la construcción de una pérgola en cualquier material, es el correspondiente a la nivelación del suelo, para lo cual se usa un timbrador, escuadra y se procede a delimitar el área donde se va a armar la pérgola

Para este proceso se prevé la presencia de dos personas y el tiempo que se requiere para esta actividad se calcula en 2 o 3 horas.

3.1.2. Cimentación.

Es el proceso de colocación o construcción de los cimientos de un edificio u otra obra, se establecen las bases que permitirán aplicar el peso de la estructura al suelo.

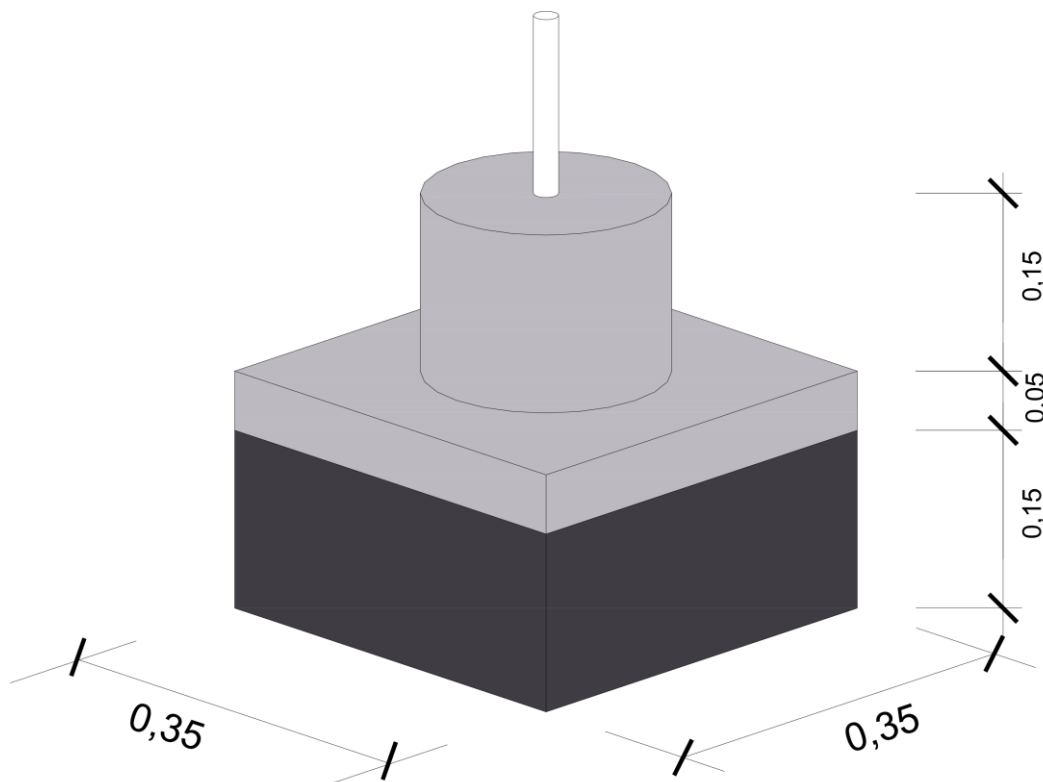


Figura 25 Cimiento

Se parte del supuesto que la pérgola está en un jardín, por lo que es necesario, la presencia de una base sólida, un socalo de base de 35 x 35 cm con un centro de 15 x 15cm y una altura sobresaliente de 25 cm de alto, que permita el soporte de las vigas principales y que a su vez garanticen la separación de estas del contacto directo con el suelo a fin de proteger del daño ocasionado por la humedad.

Se requiere excavar la ubicación de los cimientos, uno en cada esquina del área trazada. Estas excavaciones tienen una medida de 35 x 35 cm de base y 15 cm de profundidad.

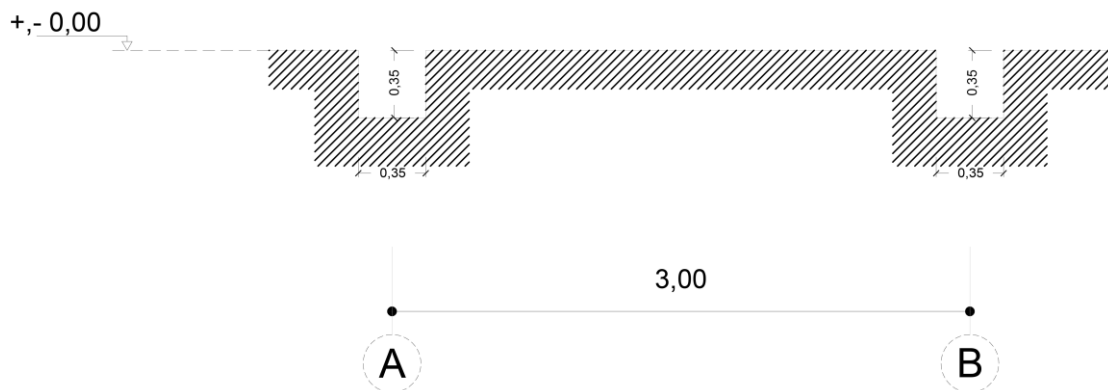


Figura 26. Excavación

Se realiza un alma de hierro con varilla de 10 y se procede al vaciado del concreto de 180 kg/cm que permita fijar el plinto.

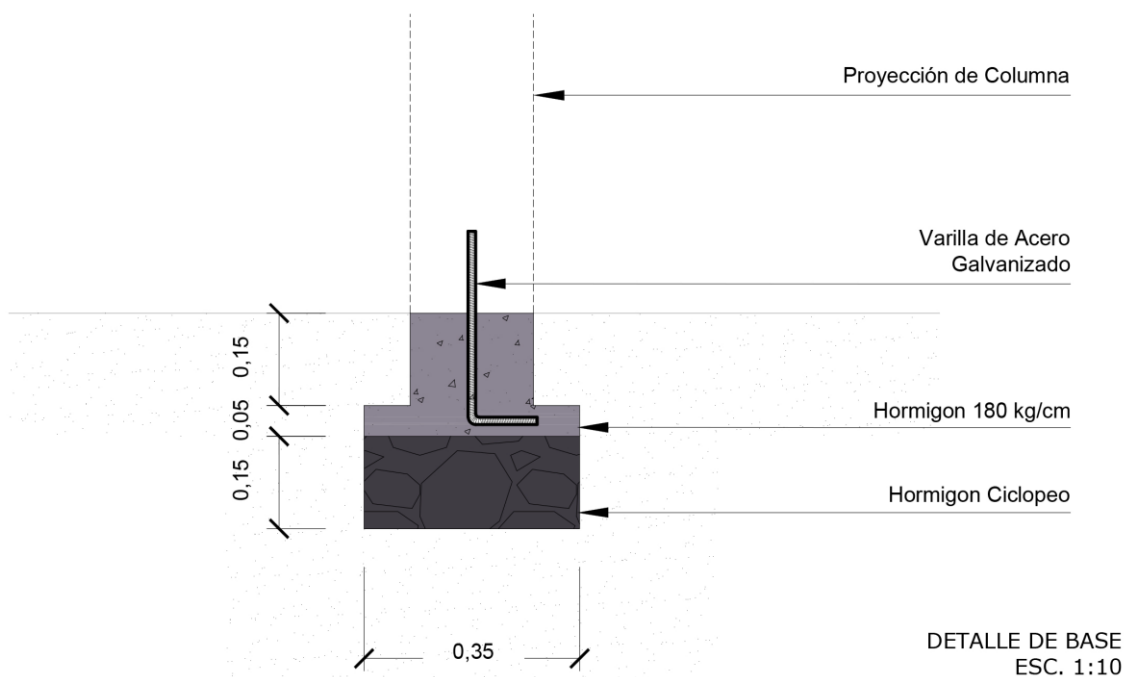


Figura 27 Cimentación de base
Recuperada de Samael Castillo

Esta actividad la realiza una persona y puede demorarse hasta 6 horas en la excavación y realización de todo el proceso, todo dependerá de la cantidad de plintos. Las actividades de nivelación y cimentación se considera que se realice en una jornada de trabajo.

Hasta este punto los tres métodos de construcción para pérgolas es el mismo, de aquí en adelante se presentan cambios por cada material.

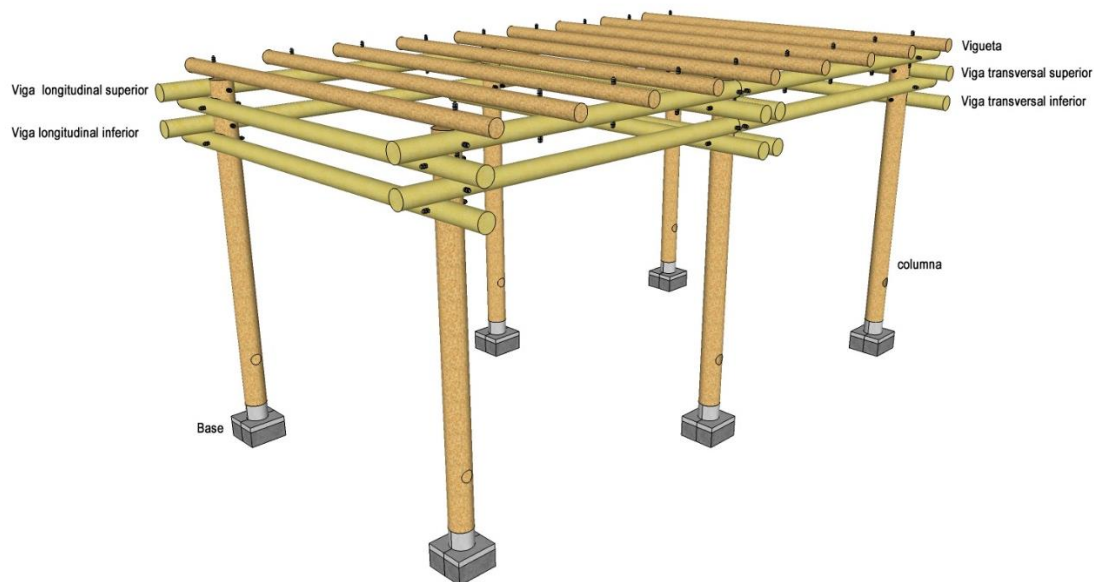


Figura 28 Léxico de una pérgola
Recuperada de: Samael Castillo

3.2. Madera

3.2.1. Preparación de vigas

Las vigas generalmente ya vienen cortadas desde el aserradero, pero es en obra donde se procede a hacer los cortes necesarios para su posterior acoplamiento. El proceso de cortes en las vigas principales se lo hace mediante herramientas eléctricas de corte, debe ser realizada por personal capacitado. Un obrero capacitado en trabajos de madera puede demorarse un promedio de 3 horas realizando todos estos trabajos de preparación.



Figura 29 Preparación vigas principales

Recuperada de <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/>

3.2.2. Parado de columnas

Dos operarios colocarán ángulos de fijación en las bases de concreto con un taladro eléctrico, tacos y tuercas que permitan el aseguramiento de las vigas. Luego de colocados los pilares se procede al armado del marco secundario.

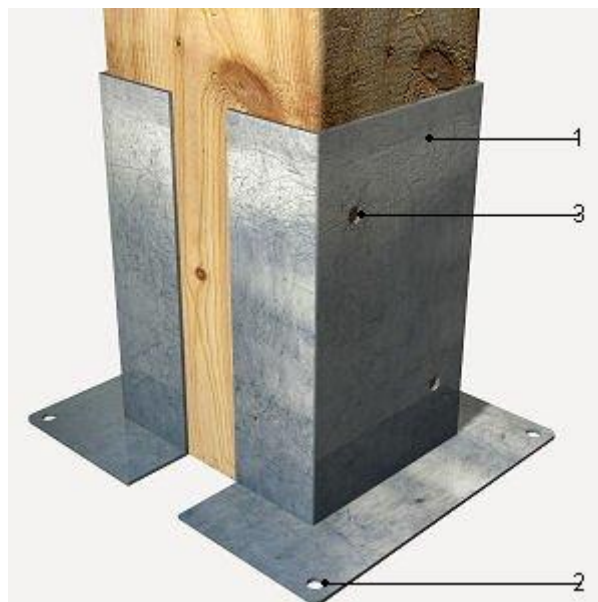


Figura 30 Armado de columnas

Recuperada de <https://www.pinterest.com/pin/489344315739944446/?lp=true>

3.2.3. Armado del marco

A continuación se acoplan las vigas transversales a las vigas principales, este proceso requiere de dos personas y el tiempo de armado dependerá del tamaño de la pérgola a construir, mínimo 4 horas.



Figura 31 Armado de marco

Recuperada de <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/>

3.2.4. Colocación de vigas secundarias



Figura 32 Armado de vigas secundarias

Recuperada de <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/>

Una vez sujetas las vigas transversales a las vigas principales se proceden a colocar las vigas secundarias. Proceso que demora 1 hora.

3.2.5. Pintado de la pérgola



Figura 33 Terminados

Recuperada de <http://www.sodimac.cl/sodimac>

Se realiza un masillado y lijado para eliminar imperfecciones, posteriormente se usa pintura adecuada para proteger la madera para una vida más larga por las inclemencias del clima o los insectos. Este proceso lo puede realizar una persona en un tiempo estimado de 4 horas.

Si tomamos en consideración los procesos y sus respectivos tiempos podemos calcular cuánto se demora en construir una pérgola en madera.

Tabla 4
Tiempo construcción de pérgola en madera

Proceso	Tiempo(t)	Mano de obra(MO)	Horas hombre(HH)
Nivelación	3	2	6
Cimentación	4	2	8
Preparación vigas principales	3	1	4
Colocación vigas principales	4	2	8
Colocación vigas transversales	3	2	6
Colocación vigas secundarias	3	2	5
Pintura	4	1	5
TOTAL	24	12	42

3.3. Acero

3.1. Vigas

A diferencia del trabajo en madera, para la construcción de una pérgola en acero se va utilizar vigas y correas de 8mm soldadas.

Para poder fijarlas, en el momento de la cimentación se dejan chicotes para sujetar las columnas a la base de concreto.

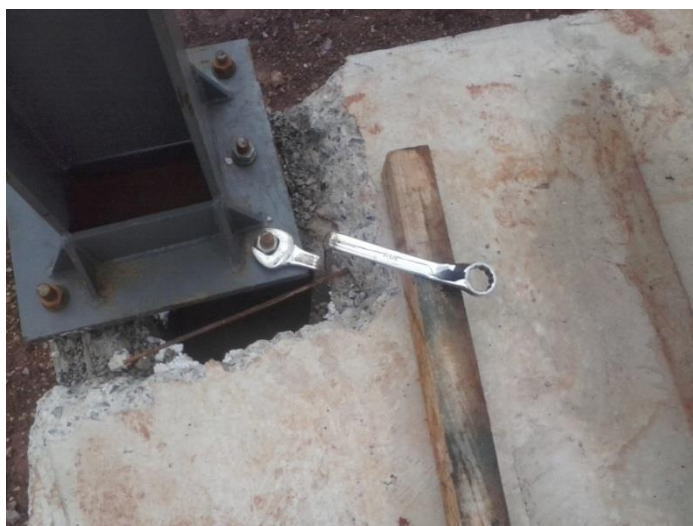


Figura 34 Armado columna acero

Recuperado de <http://arquitetandocomaiara.blogspot.com/2013/12/componentes-e-acessorios-da-estrutura.html>

Caso contrario si no es posible hacer un proceso de cimentación como en el caso de una pérgola adosada sobre un patio ya existente, se procede a usar ángulos para fijar las columnas al suelo y obtener la estabilidad necesaria para armar el marco y el techo de la pérgola.



Figura 35 Vigas de acero

Recuperada de <http://www.bricoferreteria.es/>

Una vez secado las bases se procede a soldar las columnas principales, la ventaja de la estructura metálica es que sus piezas son uniformes y no necesitan mayor preparación para su utilización.

Como son columnas uniformes no es necesario hacer cortes complejos como en la madera, lo que permite que el trabajo con acero sea más rápido y sencillo de realizarlo. Este proceso se lo realiza entre dos personas y se estima un tiempo de 4 horas en condiciones normales.

3.3.2.-Vigas transversales



Figura 36 Vigas transversales acero

Recuperada de <http://www.bricoferreteria.es/>

A continuación se arma el marco sobre las columnas principales, su función es la misma que la de la pérgola en madera: servir de soporte a las vigas secundarias. Dos personas pueden realizar esta actividad en 4 horas.

3.3.3. Vigas secundarias

Esta es una actividad cuya ejecución es más rápida, por lo que se determina un tiempo de 2 horas entre dos personas.



Figura 37. Vigas secundarias

Recuperado de <https://www.pinterest.es/pin/369013763208509107/>

3.3.4. Pintura

Siendo el acero susceptible a oxidación, se lo pinta con pintura anticorrosiva, este proceso se lo hace mediante la utilización de un compresor y lo puede hacer una sola persona en dos horas, ya que a diferencia de la madera no necesita preparación previa. A continuación se presenta un cuadro donde se resume los tiempos usados para cada actividad.

Tabla 5
Tiempos de construcción en pérgolas de acero

Proceso	Tiempo	MO	Horas hombre
Nivelación	3	2	6
Cimentación	4	2	8
Preparación vigas principales	0	0	0
Colocación vigas principales	4	2	8
Colocación vigas transversales	4	2	8
Colocación vigas secundarias	2	2	4
Pintura	4	1	4
TOTAL	21	11	38

3.4. Caña guadua

3.4.1. Vigas principales

En la cimentación se usa varillas para que fragüe con el cemento, luego se perfora el nudo de la caña para que ingrese la varilla de hierro y mediante una abertura en un nudo de la base se vierte hormigón dentro de la caña.



Figura 38 Fijación Columnas

Recuperada de <http://web.ademadan.org.br/blog/antonina/>

3.4.2. Vigas secundarias

Sobre la estructura formada entre las vigas principales y el marco hecho con las vigas transversales se colocan las vigas secundarias. Puede realizarse mediante el amarre con fibras de caña, o a su vez usar tornillos para anclaje.



Figura 39 Vigas secundarias guadua

Recuperada de <http://web.ademadan.org.br/blog/antonina/>

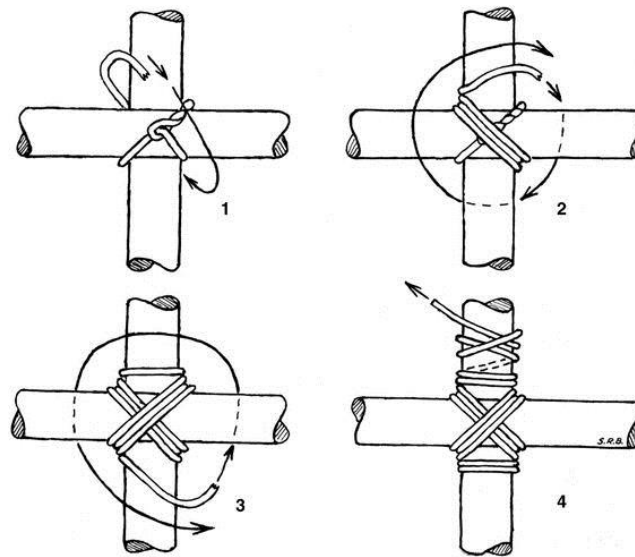


Figura 40 Armado de vigas por amarre

Recuperado de <https://www.pinterest.com/pin/167548048616020137/>

Una vez fijos los pilares se procede a realizar los cortes pertinentes en la caña para permitir unir el marco secundario. Esta labor se considera un tiempo similar al que se usó en la pérgola de madera, es decir 3 horas entre dos personas.

3.4.3. Pintura



Figura 41 Curado caña guadua

Recuperada de <http://manejoconstruccionguadua.blogspot.com/>

La caña guadua ya está sometida a un proceso de curado mediante ácido bórico, lo que permite que una vez adquirida, no requiera ningún tipo de tratamiento adicional, por lo que no es necesario el proceso de pintura.

Tabla 6
Tiempos de construcción de pérgola en caña guadua

Proceso	Tiempo	MO	Horas hombre
Nivelación	3	2	6
Cimentación	4	2	8
Preparación vigas principales	3	1	4
Colocación vigas principales	4	2	8
Colocación vigas transversales	4	2	8
Colocación vigas secundarias	3	2	5
Pintura	0	0	0
TOTAL	21	11	39

Una vez desarrollada la información para los tres tipos de materiales mostrada en la tabla 6, se realiza un cuadro comparativo para determinar con que material es más conveniente trabajar en consideración a la horas/hombre empleadas tomando en cuenta siempre las mismas dimensiones de fabricación en los diferentes materiales, para así no tener diferencias de tamaños.

3.5. Análisis comparativo

Tabla 7
Cuadro comparativo de tiempos de construcción

Factor	Madera	Metal	Caña
Total horas	24	21	21
Total personas	12	11	11
Total horas hombre	42	38	39

Luego de realizados los cálculos para determinar cuanto tiempo requiere construir un apérgola en madera, hacer y caña guadua, se obtuvo información que pudo ser resumida en el presente cuadro, de donde se concluye que una pérgola de madera requiere un total de 39 horas-hombre, considerando que estan dostribuidas entre un operario o dos acorde a la actividad. En cuanto a tiempos de construcción de una pérgola en acero esta es la que lleva menos tiempo de armado con unas 38 horas-hombre debido a las características de este material, luego es la caña guadua la que lleva un tiempo mayor con 42 horas-hombre, valor superior al acero pero menor a la madera. Por lo que en cuestiones de tiempo de armado es conveniente una pérgola de caña guadua.

4. CAPITULO IV. COSTOS

Para la determinación del costo de construcción se partirá del mismo tipo de pérgola usado para el cálculo de tiempos de construcción, es decir una pérgola de 6 vigas principales con 9 vigas secundarias, 3 metros de altura y una separación de tres metros.

4.1. Madera

Para la construcción de una pérgola en este material se considerará los siguientes materiales:

Tabla 8

Materiales construcción de pérgola en madera

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Costo Hora	Costo Total	%
Armado	52	2.34	121.68	21.5149586
(A)TOTAL MANO DE OBRA			121.68	21.5149586
MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Viga 14x14	6	30.48	182.88	32.3360917
Viga 13.5x6.5	9	15.24	137.16	24.2520687
Hormigón	6	12.4	74.4	13.1551029
(B)TOTAL MATERIALES			394.44	69.7432633
COSTOS INDIRECTOS				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Varilla Roscada 12mm	8	5.64	45.12	7.97793338
Rodela Plana	36	0.04	1.44	0.25461489
Tuerca hexagonal 12mm	36	0.08	2.88	0.50922979
(C)TOTAL INDIRECTOS			49.44	8.74177806
COSTO TOTAL			565.56	100

4.2. Acero

Se procede a realizar el cálculo del costo de una pérgola en acero en base a sus materiales, para lo cual se ha tomado los precios del acero de acuerdo a la

oferta promedio de los principales distribuidores de la ciudad de Quito. Y se procedió a realizar una tabla que resume la cantidad de material necesario para la construcción de la pérgola, así como su costo unitario y su costo total para poder calcular el valor de los materiales necesarios en el proceso constructivo. Valor que será adicionado al costo de la mano de obra y otros costos para obtener un valor total del producto.

Tabla 9

Materiales de construcción de pérgola en acero

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Costo Hora	Costo Total	%
Armado	54	2.34	126.36	34.8617779
(A)TOTAL MANO DE OBRA			126.36	34.8617779
MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Correa G 60X30X2mm	12	10.62	127.44	35.1597418
Tubo rectangular 20x40mm	5	15.24	76.2	21.0230094
Electrodos 1/8	2	4.23	8.46	2.33405065
(B)TOTAL MATERIALES			212.1	58.5168019
COSTOS INDIRECTOS				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Pintura anticorrosiva	1	24	24	6.62142029
			0	0
			0	0
(C)TOTAL INDIRECTOS			24	6.62142029
COSTO TOTAL			362.46	100

4.3. Caña guadua

Se repite el proceso de cálculo, esta vez para la caña guadua

Tabla 10
Costo de materiales de pérgola en caña guadua

MANO DE OBRA				
Descripción	Cantidad	Costo Hora	Costo Total	%
Armado	42	2.34	98.28	38.4326607
(A)TOTAL MANO DE OBRA			98.28	38.4326607
MATERIALES				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Viga caña 6m	12	8	96	37.5410605
			0	0
			0	0
(B)TOTAL MATERIALES			96	37.5410605
COSTOS INDIRECTOS				
Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	%
Varilla roscada 12mm	10	5.64	56.4	22.0553731
Rodela plana	42	0.04	1.68	0.65696856
Tuerca hexagonal 12mm	42	0.08	3.36	1.31393712
(C)TOTAL INDIRECTOS			61.44	24.0262787
COSTO TOTAL			255.72	100

4.5. Análisis comparativo

Para el cálculo de un valor exacto de construcción de una pérgola en los tres materiales se toma en cuenta elementos como materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación expresados en la siguiente tabla:

Tabla 11
Costos de construcción de pérgola

Material	Mano de obra	Materiales	Costos	
			indirectos	Costo total
Madera	121.68	394.44	49.44	565.56
Acero	126.36	212.10	24	362.46
Caña guadua	98.28	96	61.44	255.72

De la siguiente información se concluye que la construcción de una pérgola de madera incluye el costo más alto con respecto a los otros materiales, debido a que el valor de los materiales son altos y constituye un 69.74% del costo total,

con respecto al acero se observa que requiere un valor costo con respecto a mano de obra, pero es compensado con el costo menor de los materiales, mientras los elementos que constituyen los costos de una pérgola con caña guadua son bastante similares, pero considerando lo económico de una caña guadua con respecto al acero o madera, permite tener un costo sumamente menor luego de la madera y el hacer, mientras que el tiempo de construcción suele ser bastante similar.

5. CAPITULO V. MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE PÉRGOLA EN CAÑA GUADUA

Una vez identificados los procesos de construcción de una pérgola en diferentes materiales como la madera y el acero, se procede a la elaboración de un manual de construcción de una pérgola en caña guadua.

Se propone una pérgola de 6 m de largo por un 3m de metros de ancho, la presencia de una doble fila de caña como soporte de 9 vigas costaneras a forma de techo.

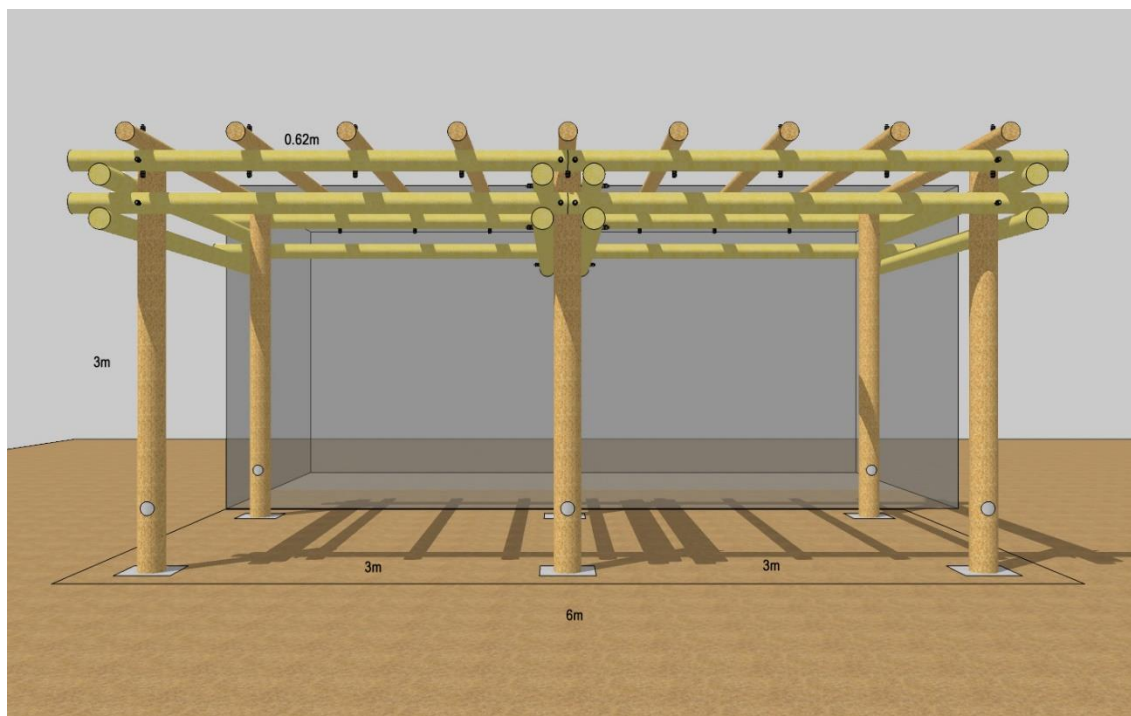


Figura 42 Propuesta pérgola

Recuperada de: Samael Castillo

El primer paso para el correcto desarrollo de este manual constructivo es la identificación de los materiales necesarios para esta propuesta y estos son:

1. 4 cañas guadua de 6m de largo con diámetro de 15cm
2. 8 cañas de 3m de largo con diámetro de 15cm
3. 9 cañas de 3m de largo con diámetro de 10cm

4. 10 varillas roscadas de 12mm
5. 42 rodela
6. 42 tuercas 12mm
7. 6 varillas de acero de 40 cm largo

A continuación también se detallan las herramientas mínimas necesarias para el correcto armado de la pérgola, y estas son:

1. Taladro eléctrico con broca de 12mm para perforar las cañas
2. Sierra caladora o serrucho para realizar los cortes necesarios en la caña
3. Atornilladora para fijar los pernos a la hora de ajustar los pernos o llave tuercas N°13
4. Sierra de acero para cortar las varillas roscadas
5. Flexómetro
6. Piola
7. Lápiz

Otro factor importante es garantizar la seguridad del personal al momento de desarrollar el armado de la estructura por lo que es necesario cumplir con dos requisitos que son: procedimientos seguros y equipo de protección.

Seguridad Industrial

Se considera seguridad industrial al conjunto de parámetros orientados a garantizar la seguridad del personal durante un proceso laboral, este puede ser aplicado a cualquier área de trabajo. En este caso se observará las indicaciones contenidas en el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas expedido mediante registro oficial N° 249 el 10 de enero del 2008(Anexo 4).

En el cual se mencionan los procedimientos adecuados al trabajar con escaleras o andamios, así como las directrices para almacenar materiales, también se recalcan las obligaciones y prohibiciones de los trabajadores.

Otro punto importante es el relacionado con los procedimientos a realizarse durante la obra a fin de garantizar la seguridad de las personas y las estructuras.

Otro tema que incluye el mencionado reglamento es el uso de equipo de protección tales como:

Protecciones auditivas: Hay que considerar que al utilizar taladros para perforar las cañas o sierras eléctricas para cortar las vigas, el ruido de estos dispositivos pueden afectar severamente al oído de las personas que realizan labores al armar la pérgola.

Protecciones visuales: Al trabajar con caña guadua es evidente que producto del proceso de armado origine astillas que pueden herir los ojos del personal por lo que es necesario el uso de gafas de protección.

Protecciones respiratorias: Al igual que los daños posibles en la vista por presencia de astillas también el aparato respiratorio se ve expuesto a este tipo de contaminación, por lo que es necesario usar mascarillas durante los procesos de corte y perforación.

Guantes de seguridad: Trabajar con sierras y taladros siempre será un riesgo para las personas, por lo que se recomienda usar guantes de seguridad que si bien no pueden evitar un accidente, sí minimizan sus efectos, que son menores que si se sufriera una exposición directa de la piel a las máquinas o golpes.

Botas de seguridad: Las caída de vigas principales o secundarias pueden constituir un riesgo para las personas al recibir el impacto en sus pies, por lo que el uso de zapatos con punta de acero siempre será un mecanismo que proteja estas zonas en el trabajador.

Casco: Al tener que trabajar a cierto nivel de altura es indispensable usar un casco de seguridad ya que siempre existe el riesgo de caída o de impacto directo de materiales de construcción o herramientas en la cabeza.

Una vez definidos estos componentes se puede elaborar el manual constructivo, que por fines didácticos se lo ha desarrollado a manera de revista en formato de bolsillo, la misma que se muestra en el anexo 1 de este trabajo.

Como material de apoyo también se desarrolló un video ilustrativo (Anexo 2) donde se desarrolla los diferentes pasos de construcción de la pérgola como un medio de ayuda a las personas que requieran esta información .

A pesar de que en el manual se incluyó los planos constructivos de manera resumida, se presenta los planos detallados en el anexo 3.



Figura 43 Equipo de seguridad industrial

Recuperado de <http://hiscomexico.com/la-seguridad-y-el-equipo-de-proteccion-personal-para-los-trabajos-en-alturas/>

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La caña guadua posee propiedades fisiológicas y mecánicas muy superiores a las que presentan las maderas tradicionales. Su densidad ($0.77-0.83 \text{ g/cm}^3$) está dentro del grupo de maderas tipo A; su tiempo de secado (60 días) es uno de los más bajos; su resistencia a la flexión (1761.5 Kg/cm^2) y módulo de elasticidad (258720 Kg/cm^2) son muy superiores a los de las maderas tradicionales; su resistencia a la compresión (712.7 Kg/cm^2) es mucho mayor a la mayoría de las maderas comúnmente utilizadas para cualquier labor en la construcción, por lo que la hace un material ideal para la construcción de una pérgola.

El sistema constructivo más conveniente acorde a las características propias de cada material como resistencia al clima, plagas y los resultantes de los procesos de construcción como capacidad de reciclaje, desechos, almacenaje, determina que el más conveniente es la caña guadua, siguiendo el acero y en tercer lugar la madera.

El tiempo de construcción de una pérgola en caña guadua es de 39 horas hombre, mientras que en madera es de 42 y en acero de 38 horas, lo que demuestra que la caña guadua es un material mucho más rápido para construir que la madera y casi igual al acero.

Considerando el costo de los materiales, mano de obra y costos indirectos se determinó que el costo de una pérgola en caña guadua es de \$255, un valor bajo en comparación a los \$646.44 de una construida en madera o \$304.46 de una pérgola en acero.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda la elaboración de un manual constructivo de bolsillo accesible a cualquier persona interesada en este sistema de tal manera que le sea una ayuda para el armado de una pérgola en caña guadua.

Es recomendable que este manual sea subido a una plataforma virtual para poder garantizar un mayor nivel de alcance en el ámbito local así como en otros lugares.

Se sugiere la utilización de los principios básicos de construcción con caña guadua utilizados en este trabajo para la aplicación en otros sistemas constructivos.

Se propone la comercialización de pérgolas listas para armar acompañadas del manual de construcción, como un mecanismo para generar ingresos.

REFERENCIAS

- ARQHYS. (2012, 12). Pérgolas en el jardín. Retrieved mayo 04, 2017 from Pérgolas en el jardín: <http://www.arqhys.com/construcciones/pergolas-en-jardin.html>
- Bambú Ecuador. (n.d.). From <https://bambu.com.ec/bambu/el-bambu-en-ecuador/>
- Bertin, R. (1976). Cimentaciones y Obras en Recalques. Barcelona: Imprenta Juveni S.A.
- Bricoblog. (2013, julio 25). Planificación y construcción de una Pérgola. From Planificación y construcción de una Pérgola: <https://www.bricoblog.eu/planificacion-y-construccion-de-una-pergola/>
- carpio , b. (2007). Guad{ua.
- Comercio, E. (2011, Agosto 26). La pérgola es un aliado estético. La pérgola es un aliado estético, p. 15.
- Concha, A. (2010, diciembre 02). Historia del acero. From <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-44191/historia-del-acero>
- Control Ambiental. (2010). Control de Xilófagos. From <http://www.caes-sersa.com/.cm4all/mediadb/Dossier/dossier%20control%20xilofagos.pdf>
- Cordova, M. (2005, enero 16). Quito Imagen Urbana, Espacio Publico, Memoria e Identidad. From Quito Imagen Urbana, Espacio Publico, Memoria e Identidad: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/48962.pdf>
- Escobar, O. (2012). Coceptos basicos sobre la resitencia de la madera. From http://elsemillero.net/pdf/madera_tres.pdf
- Frigerio, A. (2013). Openable covering construction for pergolas, verandas and the like. Washington: Patent and Trademark Office.
- Hidalgo, O. (2003). Bamboo The Gift of tje Gods. Bogota: Buena Semilla.
- INEN. (2015). NEC-2015 capítulo NEC- SE-AC . From http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/cpe_inen-nec-ac-26-5.pdf
- Janssen, J. J. (1992). Designing and Building with Bambo. From http://humanitarianlibrary.org:8080/sites/default/files/2014/02/INBAR_te

- chnical_report_no20.pdf Designing and Building with Bamboo Jules J.A. Janssen Technical University of Eindhoven Eindhoven, The Netherlands
- La Voz. (2015, julio 22). Pérgolas: una estructura decorativa y funcional. Retrieved mayo 04, 2017 from Pérgolas: una estructura decorativa y funcional: <http://www.lavoz.com.ar/tendencias/pergolas-una-estructura-decorativa-y-funcional>
- Martinez, S. (2015). BAMBÚ COMO MATERIAL. Valencia: ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA.
- McCormac, J. (2016). Diseño de estructuras de acero. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.
- MEGA BUILDER. (2011, diciembre 13). Todo sobre las pérgolas. Retrieved mayo 2017, 04 from Todo sobre las pérgolas: <http://pergola.comoconstruir.info/General/es-que-un-pergola>
- Mendoza, Z. H. (2012, Septiembre 22). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. From <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE- FAO. (2014). PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE 93 ESPECIES FORESTALES. From www.fao.org/3/a-i4407s.pdf
- Modenese, P. (2016, junio 14). Madera aserrada: tipos y características. From <http://www.manualdeobra.com/blog/maderamaciza>
- Monasterios Centro Valle de Loira. (2010). Priorato de Orsan. Retrieved abril 04, 2017 from Priorato de Orsan: <http://www.monestirs.cat/monst/annex/fran/centre/corsan.htm>
- Pascual, B. (2011). Construcción de estructuras en madera. España: Editorial Club Universitario.
- PROEcuador. (2016). ANALISIS SECTORIAL BAMBU. From http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/11/PROEC_AS2016_BAMBU.pdf
- Ramírez, J. (2010). El Acero. From <http://www.jacekleszczynski.com/images/5147/EI%20acero.pdf>

- Ramón, J. (2006). Guía técnica del cultivo del bambú. Santo Domingo: Centro para el desarrollo agropecuario y forestal.
- Real Academia Española. (n.d.). Diccionario Real Academia Española. Retrieved mayo 04, 2017 from Diccionario Real Academia Española: <http://dle.rae.es/?id=8C7U2aL>
- Segovia, B. F. (2014, octubre 09). Abya-Yala antes de la llegada de Cristóbal Colón, el 12 de octubre de 1492. Abya-Yala antes de la llegada de Cristóbal Colón, el 12 de octubre de 1492, p. 15.
- Sorgato, V. (2016, enero 16). RADIACIÓN UV ES UN RIESGO EN ECUADOR. RADIACIÓN UV ES UN RIESGO EN ECUADOR, p. 8.
- Soto, A. (2014, marzo 21). LA GUÍA DEFINITIVA PARA CONOCER LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS PÉRGOLAS, LOS PORCHES, LOS CENADORES Y LAS VERANDAS. From LA GUÍA DEFINITIVA PARA CONOCER LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS PÉRGOLAS, LOS PORCHES, LOS CENADORES Y LAS VERANDAS: <http://www.airesdejardin.com/noticias/la-guia-definitiva-para-conocer-las-diferencias-entre-las-pergolas-los-porches-los-cenadores-y-las-verandas-104.html>
- Urbano, A. (2015). Ejecución de nivelaciones, replanteos y mediciones. Asturias: Lex Nova S.A.
- Urdaneta, G. (2005, 08 06). Industrialización de la Construcción. From <http://www.scribd.com/doc/14216138/Industrializacion-de-la-construccion>

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL CONSTRUCTIVO PÉRGOLA EN CAÑA GUADUA



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

**MANUAL DE
CONSTRUCCIÓN**

Pérgola en caña guadua

El presente manual se realizó con la finalidad de ser una alternativa para aquellas personas que desean la construcción de pérgolas en un material resistente y económico como la caña guadua

2017

CONTENIDO

1. Materiales
2. Herramientas
3. Delimitación del terreno
5. Excavación para bases
7. Cimentación de bases
9. Preparación de columnas
11. Colocación de vigas transversales
13. Colocación segunda fila vigas transversales
14. Colocación tercera fila vigas transversales
15. Colocación vigas costaneras

1 MATERIALES

Para la construcción de una pérgola con caña guadua se requerirá de lo siguiente:

Materiales

- 4 cañas guadua de 6m de largo
- 21 cañas de 3m de largo
- 10 varillas roscadas de 12 mm
- 42 rodela
- 42 tuercas de 12 mm
- 6 varillas de acero de 40 cm largo



2 HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS BÁSICAS



Para garantizar la seguridad del personal que realizará las actividades de construcción de la pérgola es importante contar con el mínimo equipo de seguridad compuesto por:

1. Casco
2. Protecciones Auditivas
3. Protecciones Visuales
4. Guantes
5. Botas de seguridad



3 DELIMITACIÓN DEL TERRENO



NIVELACIÓN

Antes de delimitar el terreno, se procede a nivelar acorde al grado de desnivel, rellenando en algunos casos o cortando en otros.



PROCESO



Utilizando el flexómetro se procede a medir los puntos donde van las columnas acorde al plano

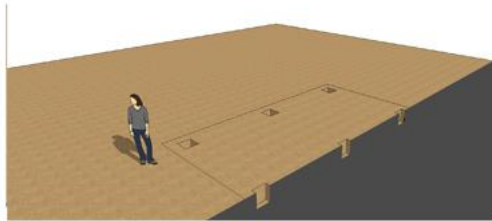


Con la escuadra nos aseguramos que los puntos se encuentren alineados y perpendiculares

Con la ayuda de pialas se marcan los puntos donde se pararán las columnas de la pérgola



4 EXCAVACIÓN PARA BASES



Se procede a excavar 6 fosos de 35cm x 35 cm y 25 cm de profundidad (ver detalle adjunto)

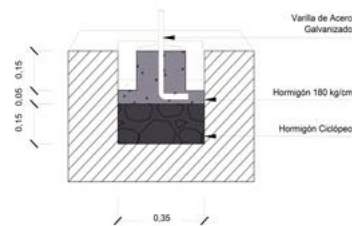
Para esto se requiere la ayuda de una pala de punta redonda



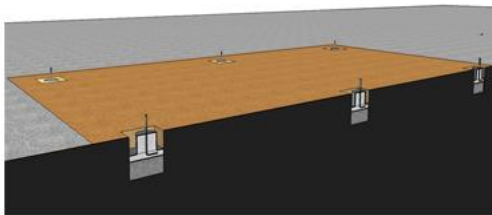
Es importante asegurarse de que no existan paso de tuberías eléctricas o de agua en el lugar de excavación

El tiempo estimado para este proceso se calcula en 4 horas entre dos personas

A fin de ganar tiempo, mientras se hace el proceso de excavacion y cimentación se puede ir preparando las vigas



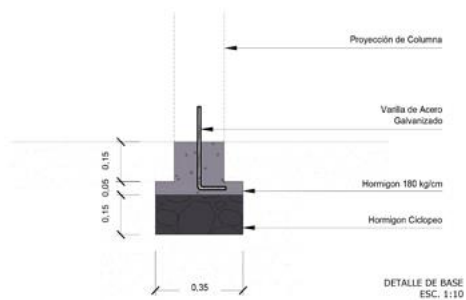
5 CIMENTACIÓN DE BASES



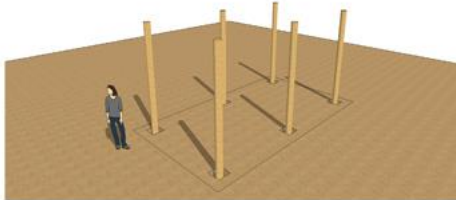
Una vez colocados los soportes de hierro en los fosos se procede a colocar concreto y a esperar que seque



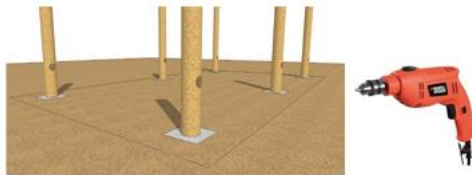
Luego de realizadas las excavaciones se coloca las bases de hierro para que al ser fundidas sirvan de soporte para las columnas.



6 PREPARACIÓN DE COLUMNAS

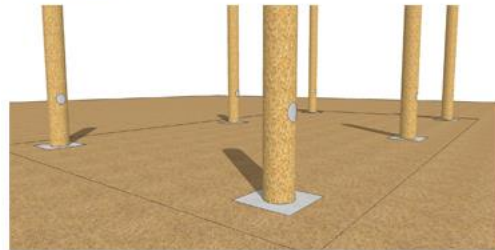


Una vez paradas las columnas se perfora con la ayuda de un taladro



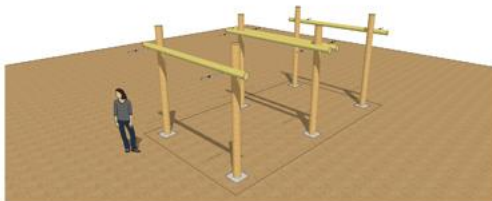
Es necesario utilizar una broca para madera para realizar esta perforación, y así evitar que la caña se parta.

Luego se vierte concreto dentro del orificio para que frague alrededor del chicote de hierro dejado al momento de la cimentación de las bases

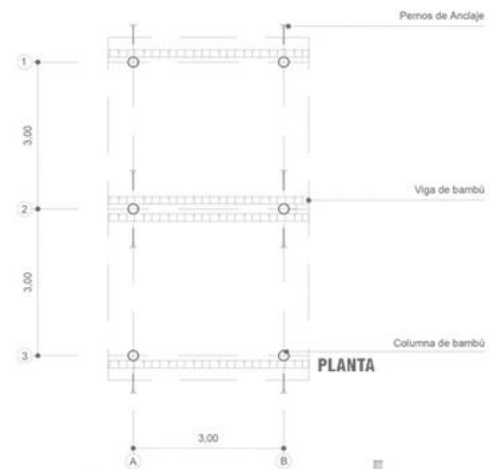


Para facilitar el vaciado de concreto se recomienda usar una botella plástica

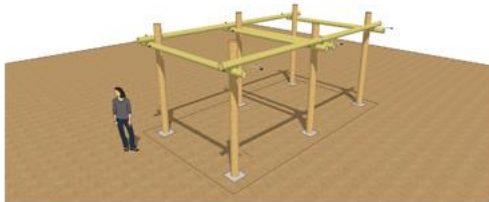
7 COLOCACIÓN DE VIGAS TRANSVERSALES



A continuación se toma 4 vigas de 3 metros y se procede a perforar con ayuda del taladro a una distancia de 25 cm, para poder sujetarlas a las vigas principales, para este fin se utiliza flexómetro, lápiz y taladro las varillas roscadas y pernos



8 COLOCACIÓN SEGUNDA FILA VIGAS TRANSVERSALES



Se repite el mismo procedimiento pero esta vez con las vigas de 6 metros ,que descansan sobre las vigas ancladas anteriormente y sujetas contra las vigas principales



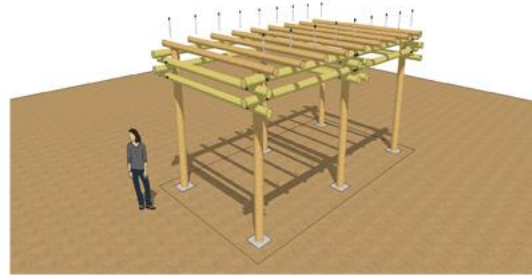
Varilla Roscada



Llave de tuercas

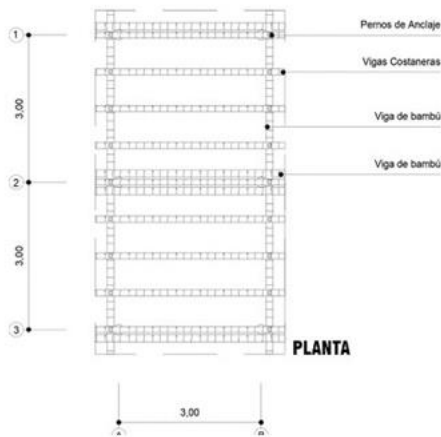
9 COLOCACIÓN TERCERA FILA VIGAS TRANSVERSALES

Se procede a realizar el mismo proceso con otra fila de vigas de 6 metros y otra de 3 metros

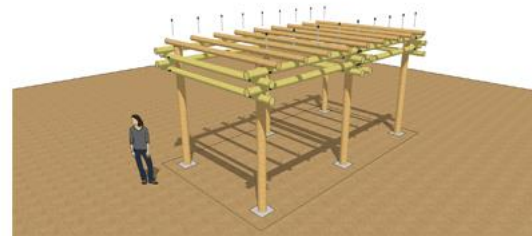


10 COLOCACIÓN DE VIGAS COSTANERAS

COLOCACIÓN Y AMARMADO DE VIGAS COSTANERAS



A continuación se procede a colocar las vigas costaneras que servirán como techo de la pérgola



PÉRGOLA TERMINADA



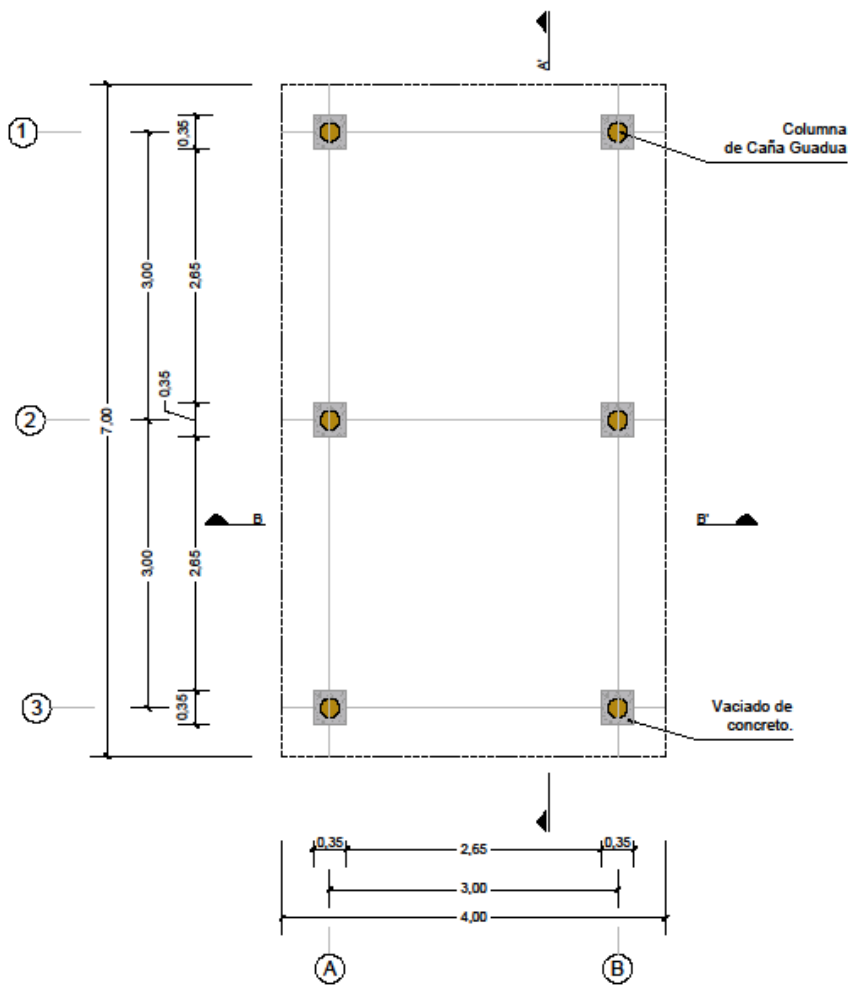
ANEXO 2
VIDEO ILUSTRATIVO

ANEXO 3

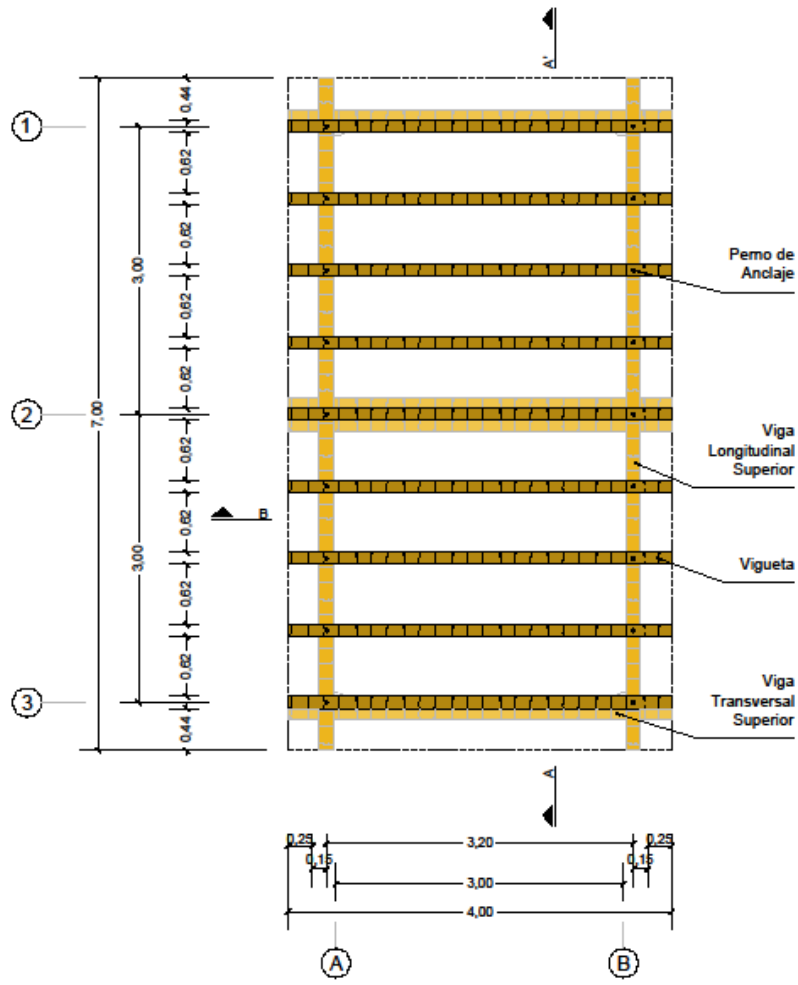
PLANOS PÉRGOLA EN CAÑA GUADUA

ANEXO 4

**REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
OBRAS PÚBLICAS**



1 PLANTA COLUMNAS
 ESC : 1 : 50



2 PLANTA PÉRGOLAS
 ESC : 1 : 50

TÍTULO: **PÉRGOLA DE CAÑA GUADUA**

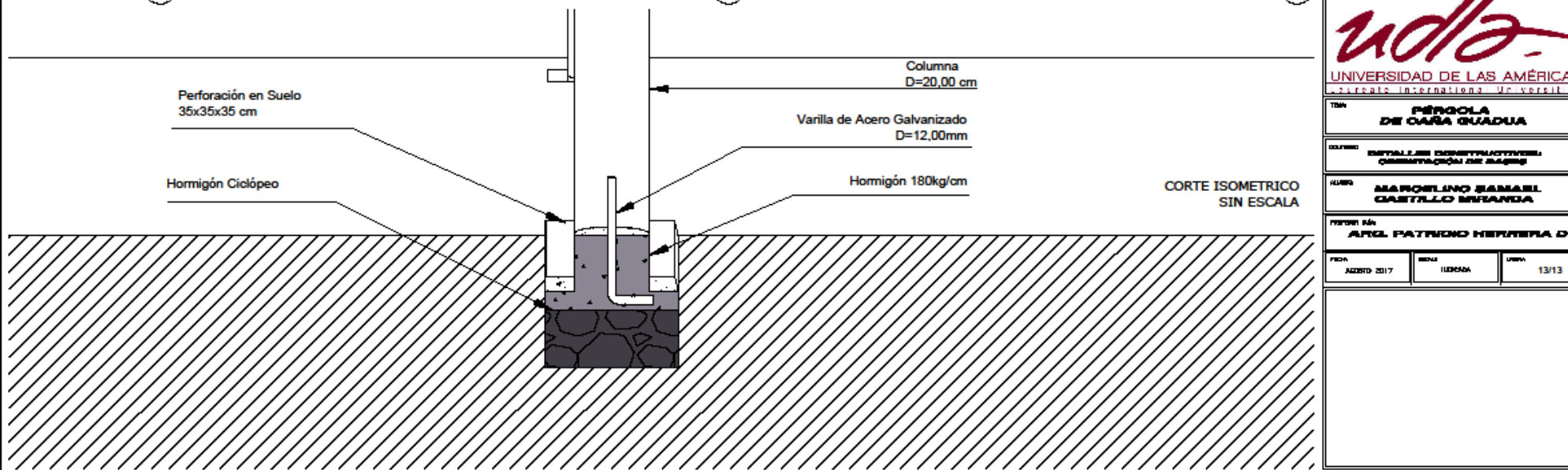
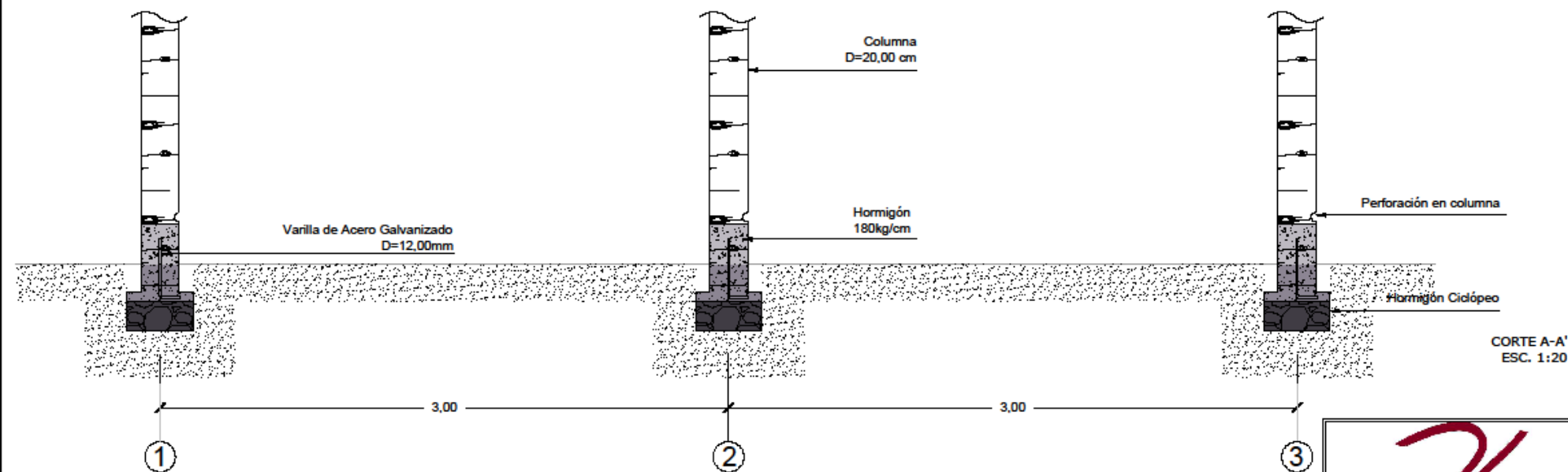
CONTENIDO: **PLANTAS**

AUTORA: **MARCELYNO RAMÍREZ CASTILLO BARRANDA**

PROFESOR: **ARQ. PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: AGOSTO 2017	SEÑALA: 1x 05	LÍNEA: 1/13
---------------------------	----------------------	--------------------

5.B.- CIMENTACIÓN DE BASES



udla
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Escuela Internacional - Urc. versill. es

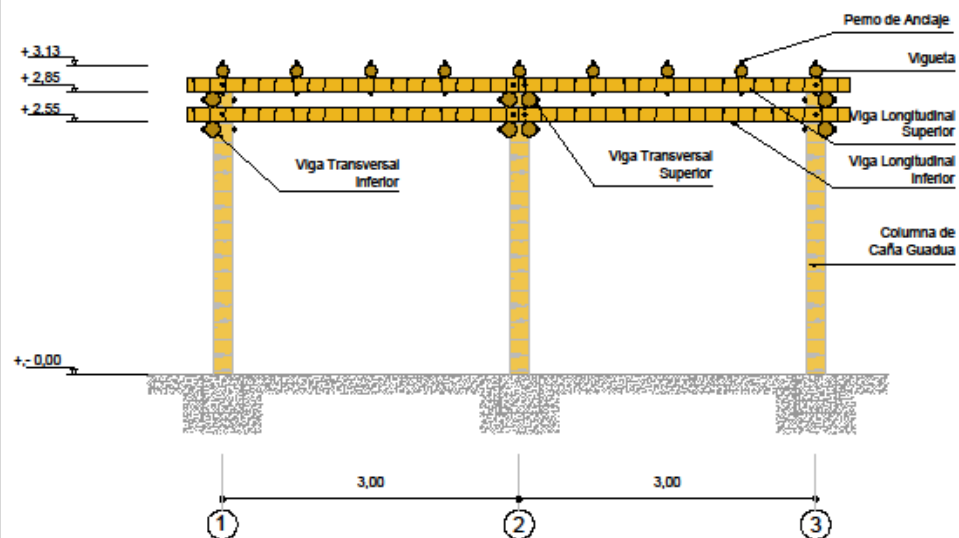
TÍTULO: **PERFORA
DE CARRA QUADUA**

CONTENIDO: **DETALLES CONSTRUCTIVOS
COMBINACIÓN DE BASES**

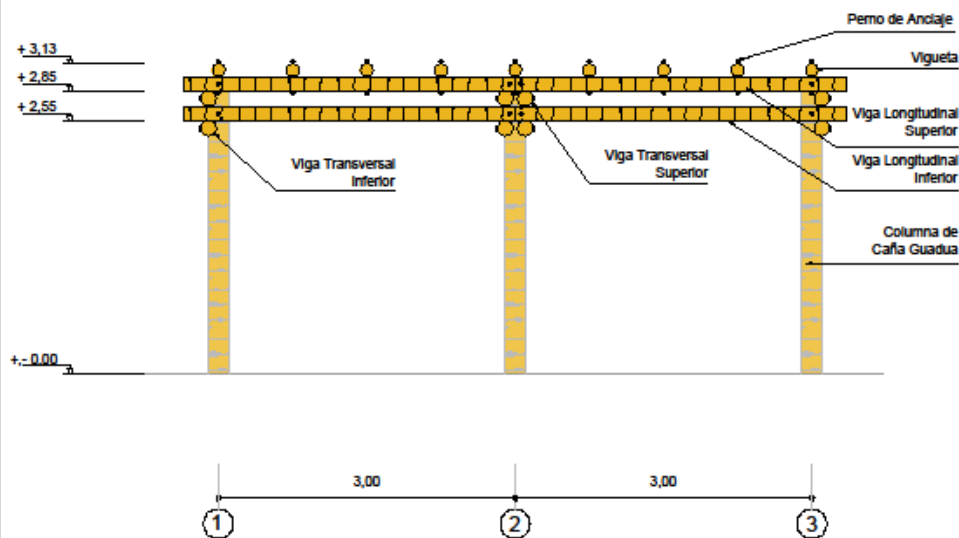
AUTOR: **MARCELO JAMAR
CASTILLO MENDUA**

PROFESOR: **ARGEL PATRICIO HERRERA D.**

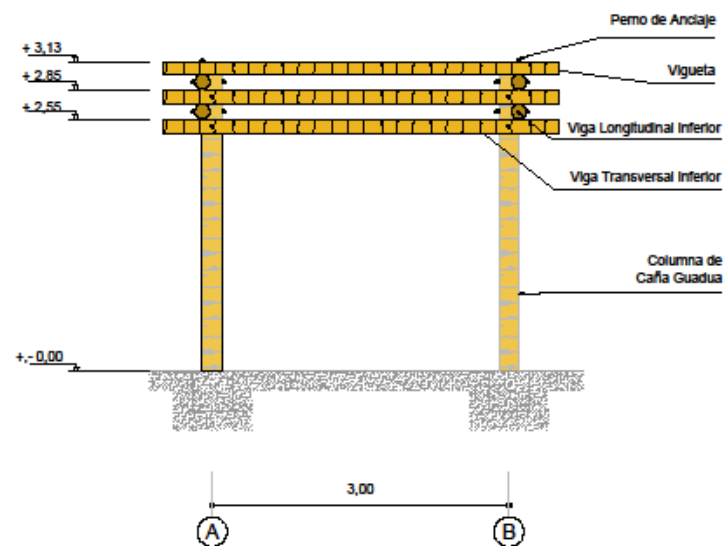
FECHA: AGOSTO 2017	SEMA: LEONADA	UNIVA: 13/13
---------------------------	----------------------	---------------------



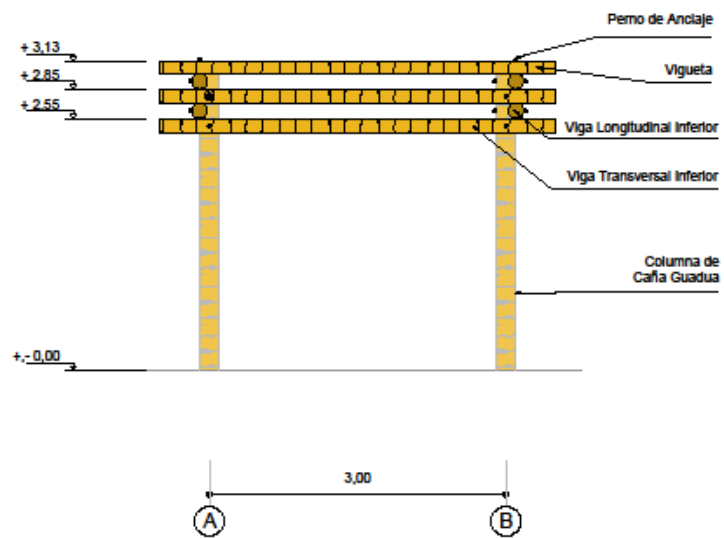
3 CORTE A-A'
ESC : 1 : 50



5 FACHADA FRONTAL
ESC : 1 : 50



4 CORTE B-B'
ESC : 1 : 50



6 FACHADA LATERAL (IZQUIERDA-DERECHA)
ESC : 1 : 50



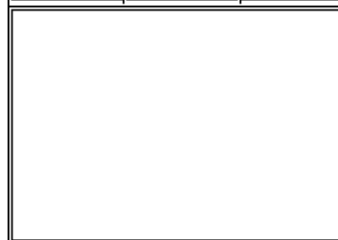
TÍTULO: **PÉRGOLA DE CAÑA GUADUA**

CONTENIDO: **CORTES Y FACHADAS**

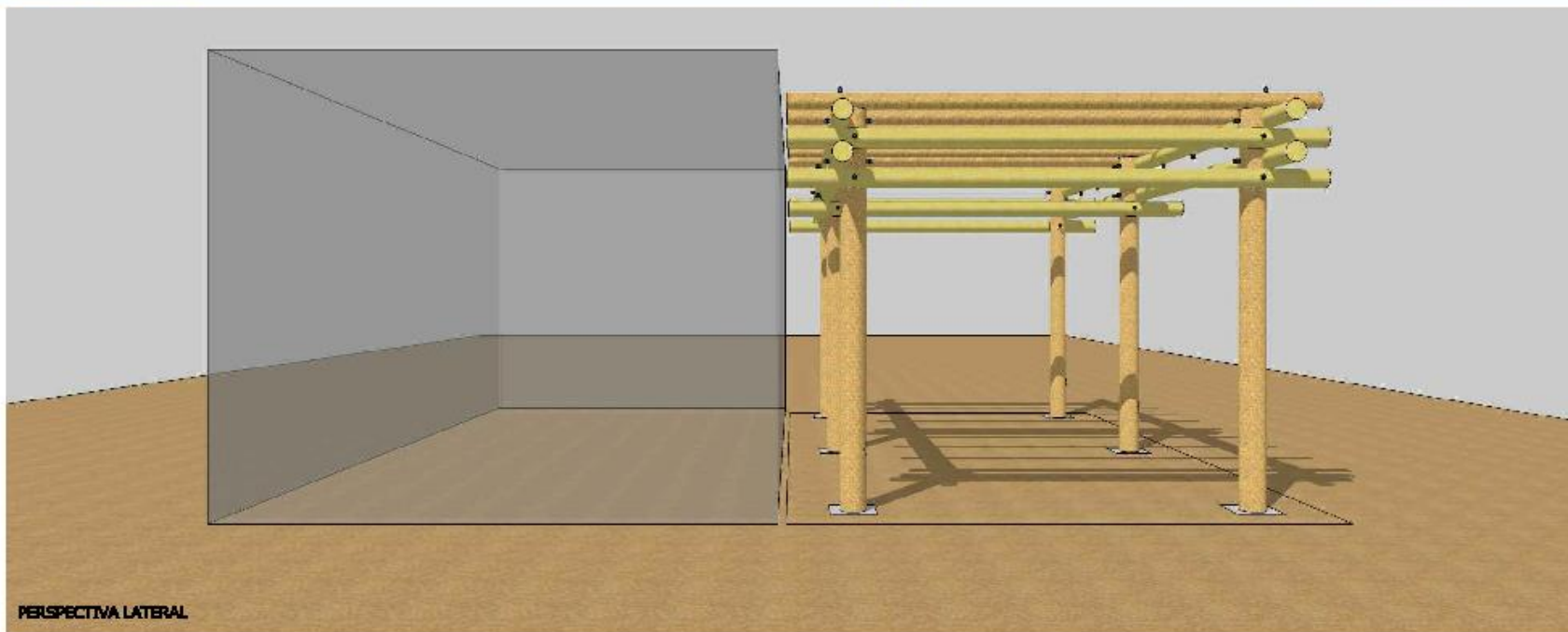
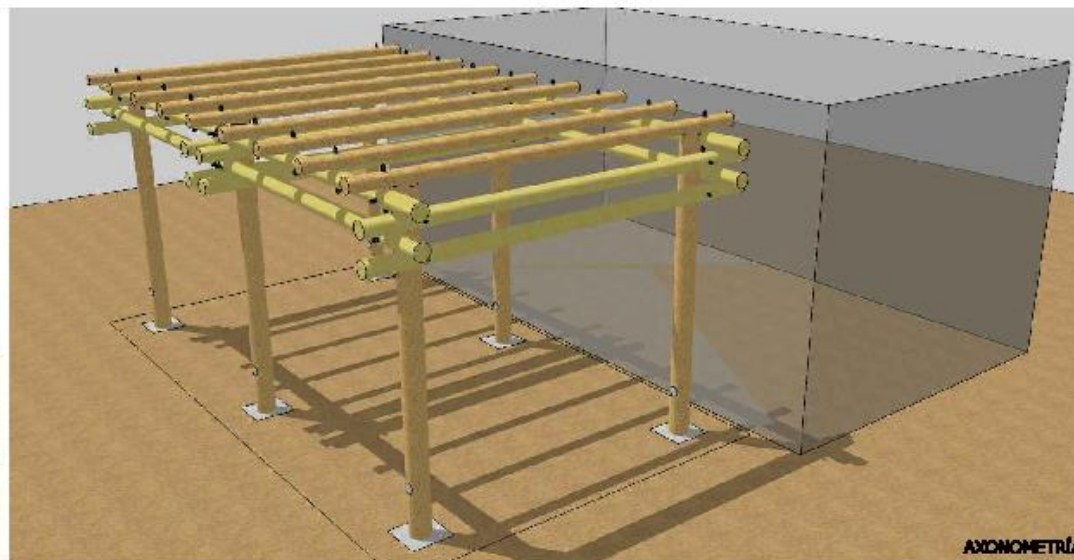
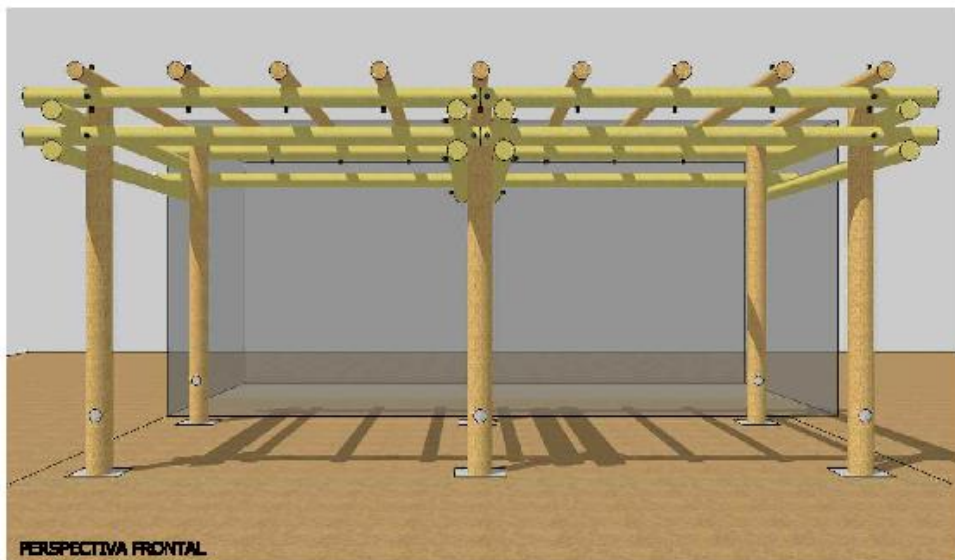
AUTORA: **MARCELINE SAMUEL CASTILLO BRANDA**

PROFESOR: **ARGEL PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: AGOSTO 2017	SEMANA: 14 DE	PÁGINA: 2/13
---------------------------	----------------------	---------------------



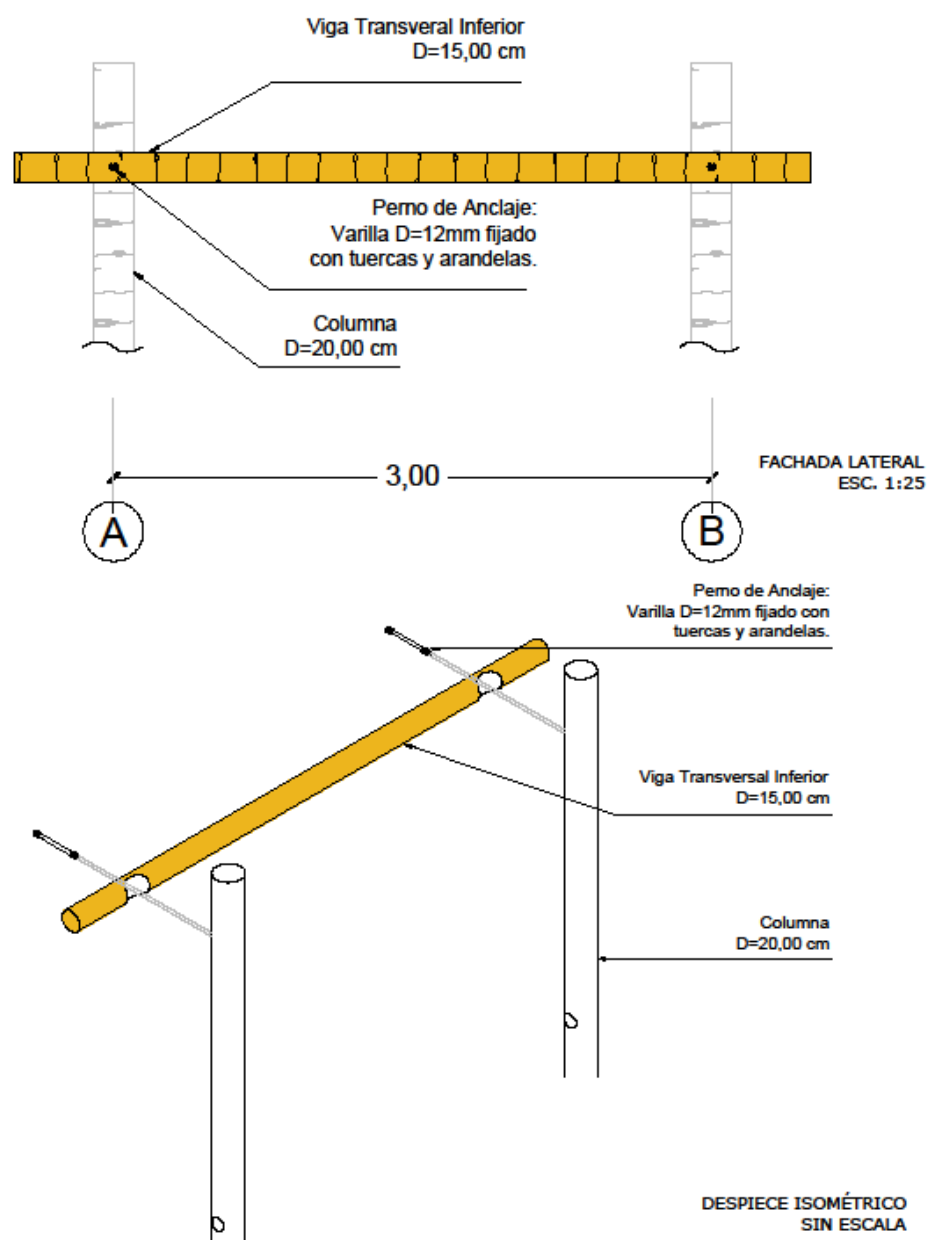
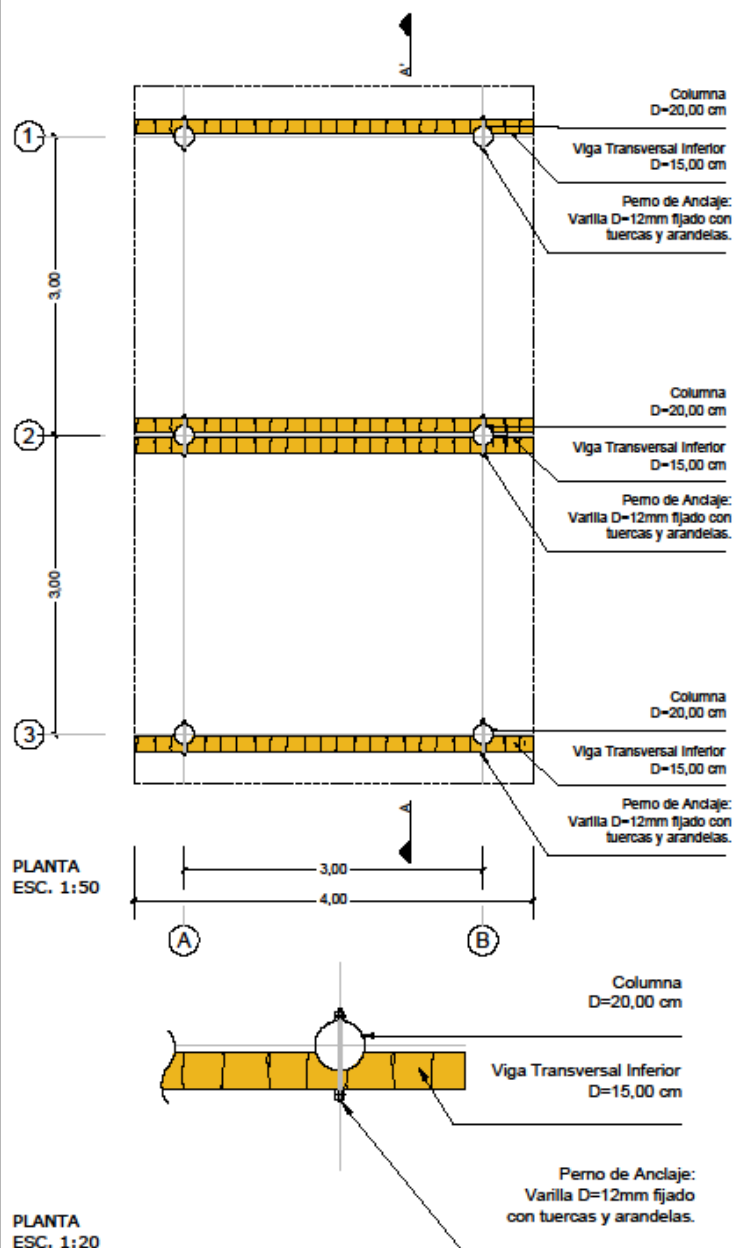
PERSPECTIVAS



uda
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Escuela Internacional de Arquitectura

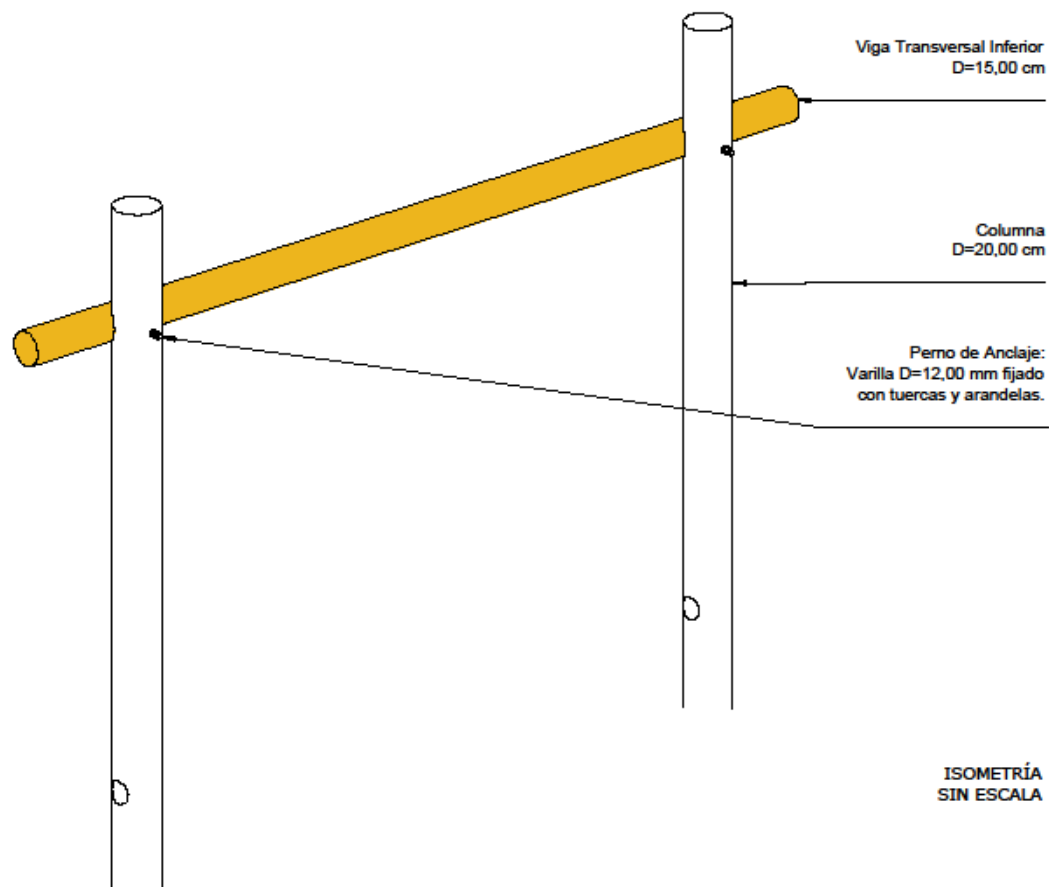
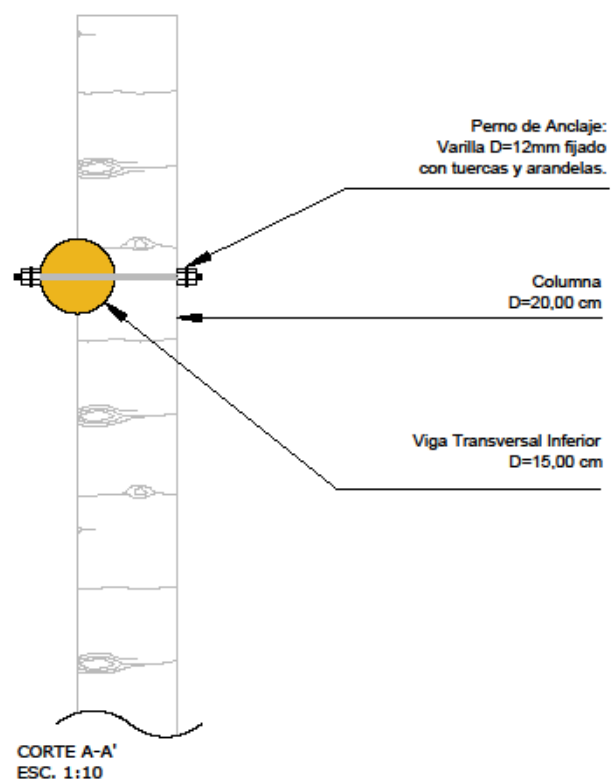
TÍTULO: PERGOLA DE CAÑA GUADUA		
AUTOR: IMÁGENES		
ALUMNO: MARCELINO SAMUEL CASTILLO BRANDA		
PROFESOR: ARQ. PATRICIO HERRERA D.		
FECHA: AGOSTO 2017	SEMA: 01	UNIDAD: 3/13

1.A.- VIGAS TRANSVERSALES INFERIORES



TÍTULO	PÉRCOLA DE CAJA CUADRA		
CONTENIDO	DETALLES CONSTRUCTIVOS: VIGAS TRANSVERSALES INFERIORES		
AUTORA	MARCELINO SAMUEL CASTILLO BRANDA		
PROFESOR EN CARGO	ALFRED PATRICIO HERNÁNDEZ D.		
FECHA	AGOSTO 2017	SEMANA	LEONARDO
UNIVERSIDAD		LIBRO	4/13

1.B.- VIGAS TRANSVERSALES INFERIORES



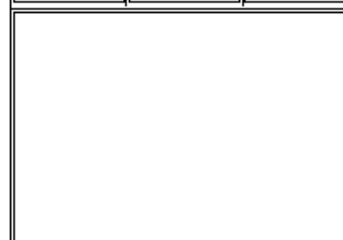
TÍTULO
**PÉRGOLA
DE CASA GUADUA**

COLUMNO
**DETALLES CONSTRUCTIVOS:
VIGAS TRANSVERSALES INFERIORES**

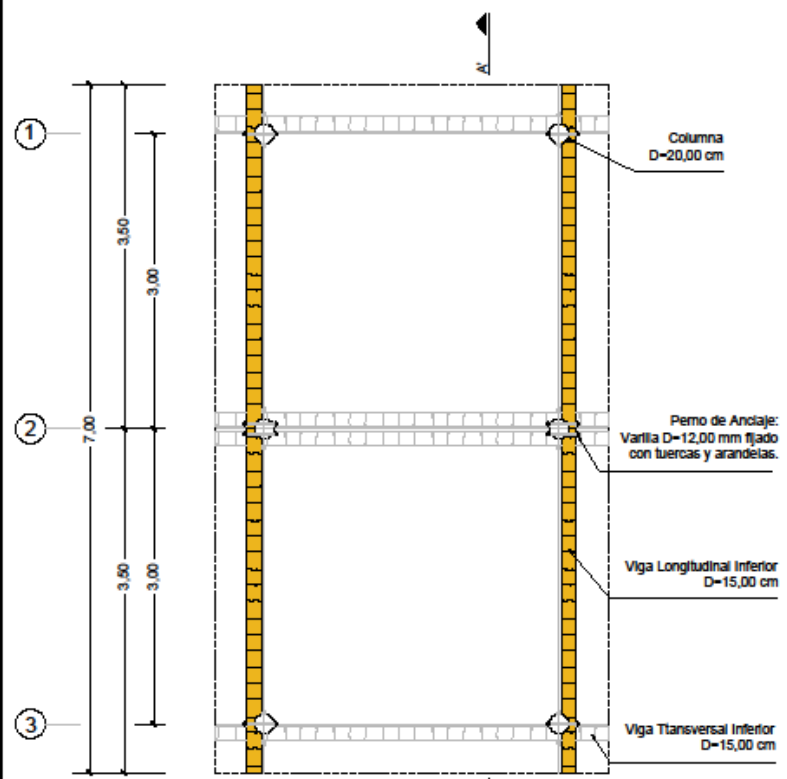
AUTORA
**MARCELINE SAMBRI
CASTILLO BRANDA**

PROFESOR EN
ARQ. PATRICIO HERRERA D.

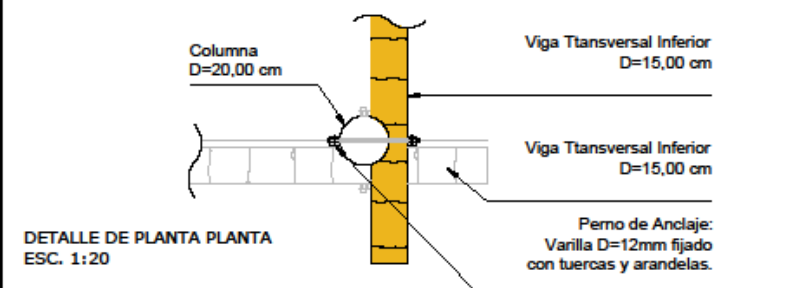
FECHA	INDICE	USOS
AGOSTO 2017	11/0004	5/13



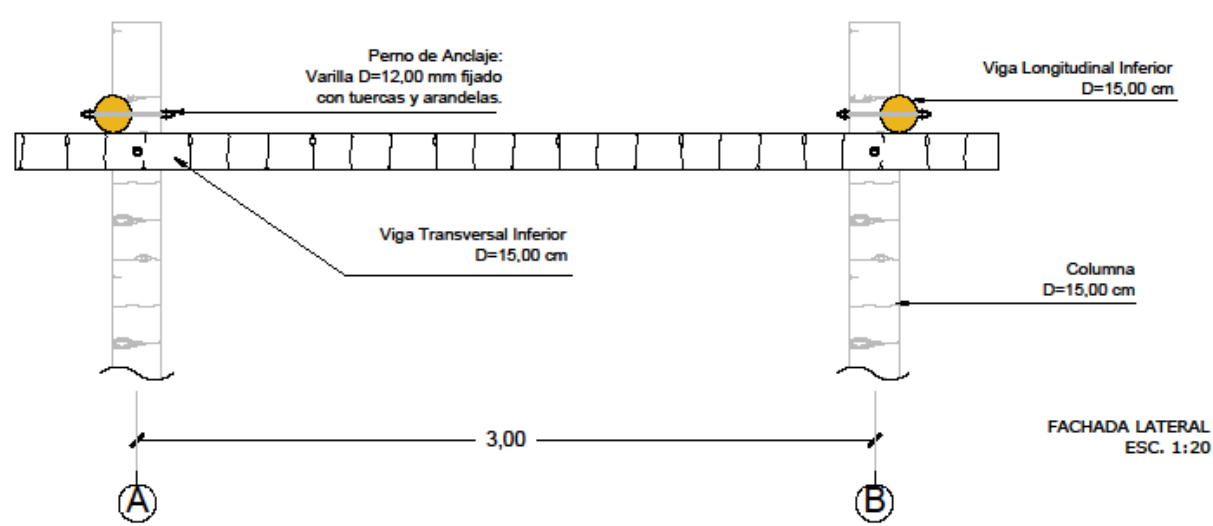
2.A.- VIGAS LONGITUDINALES INFERIORES



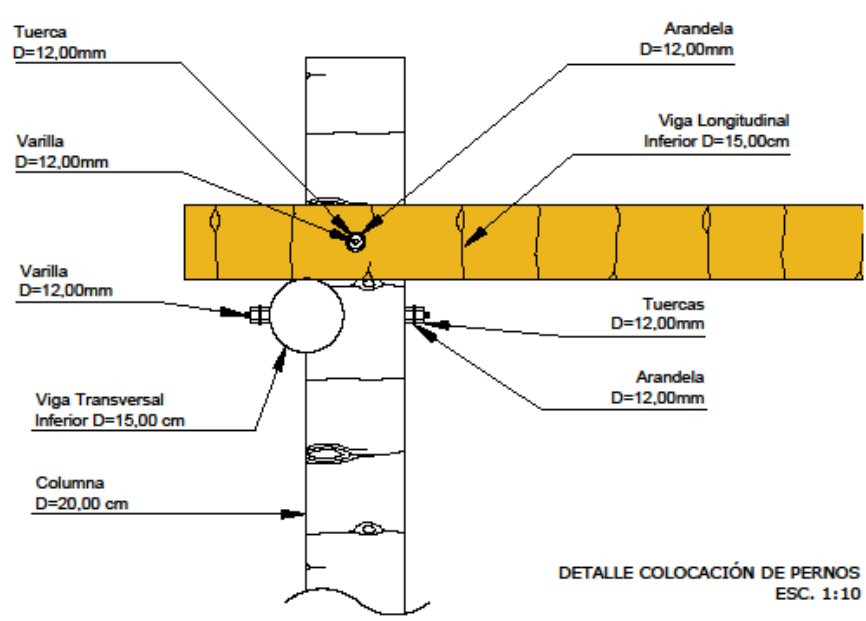
PLANTA
ESC. 1:50



DETALLE DE PLANTA PLANTA
ESC. 1:20



FACHADA LATERAL
ESC. 1:20



DETALLE COLOCACIÓN DE PERNOS
ESC. 1:10

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Surgata International - Ur. Verdel es

TÍTULO: **PÉRGOLA DE CARA SUAVIA**

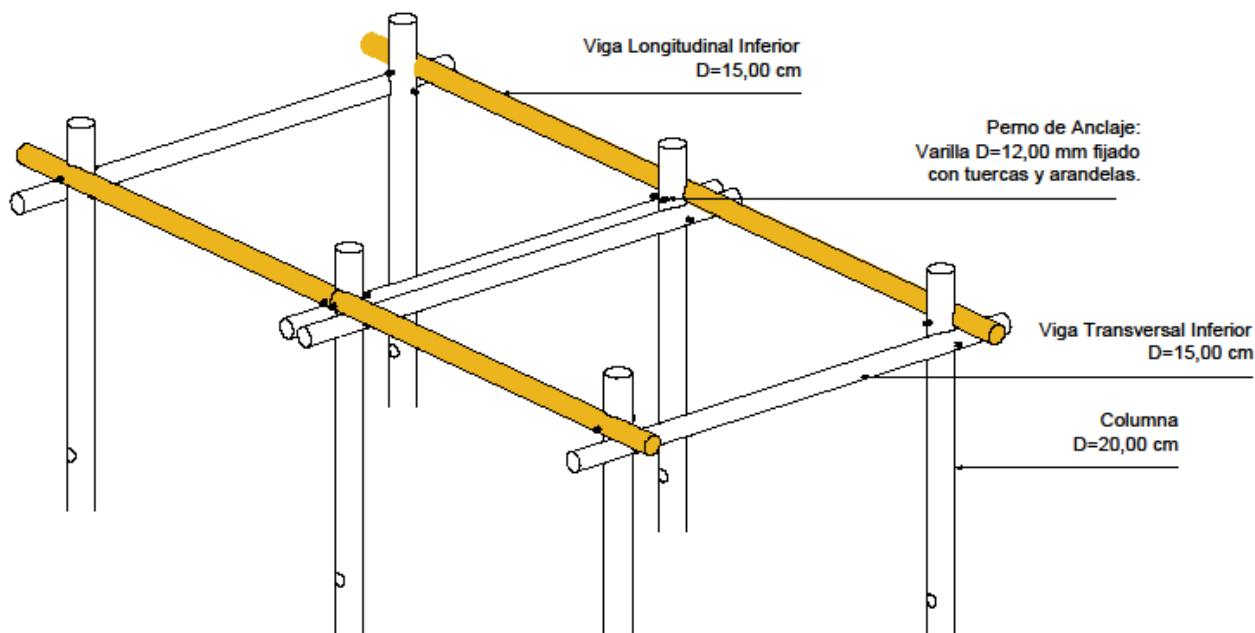
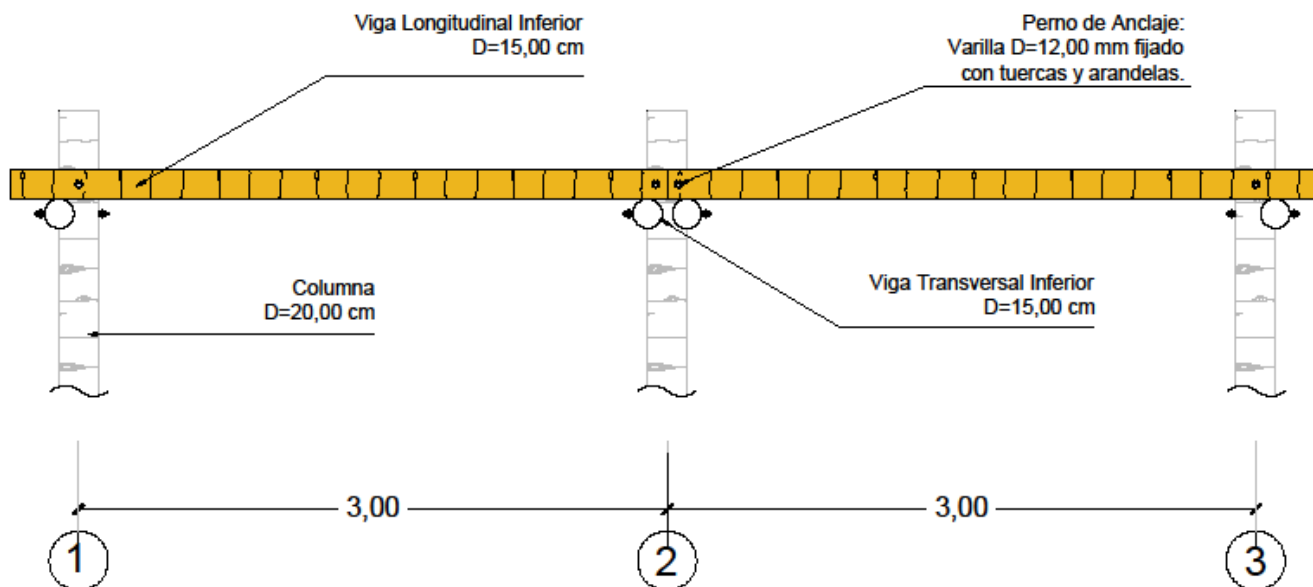
DETALLE: **DETALLES CONSTRUCTIVOS: VIGAS LONGITUDINALES INFERIORES**

AUTORA: **MARCELYNO SAMAR CASTILLO MIRANDA**

PROFESOR: **ARQ. PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: AGOSTO 2017	HOJA: IUDADA	UNIDAD: 6/13
--------------------	--------------	--------------

2.B.- VIGAS LONGITUDINALES INFERIORES



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Creating Inspirations. We verify it.

TÍTULO: **PÉRGOLA DE CABA QUADUA**

CATEDRA: **DETALLES CONSTRUCTIVOS: VIGAS LONGITUDINALES INFERIORES**

ALUMNO: **MARCELINO SAMUEL CASTILLO MIRANDA**

PROFESOR: **ARL. PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

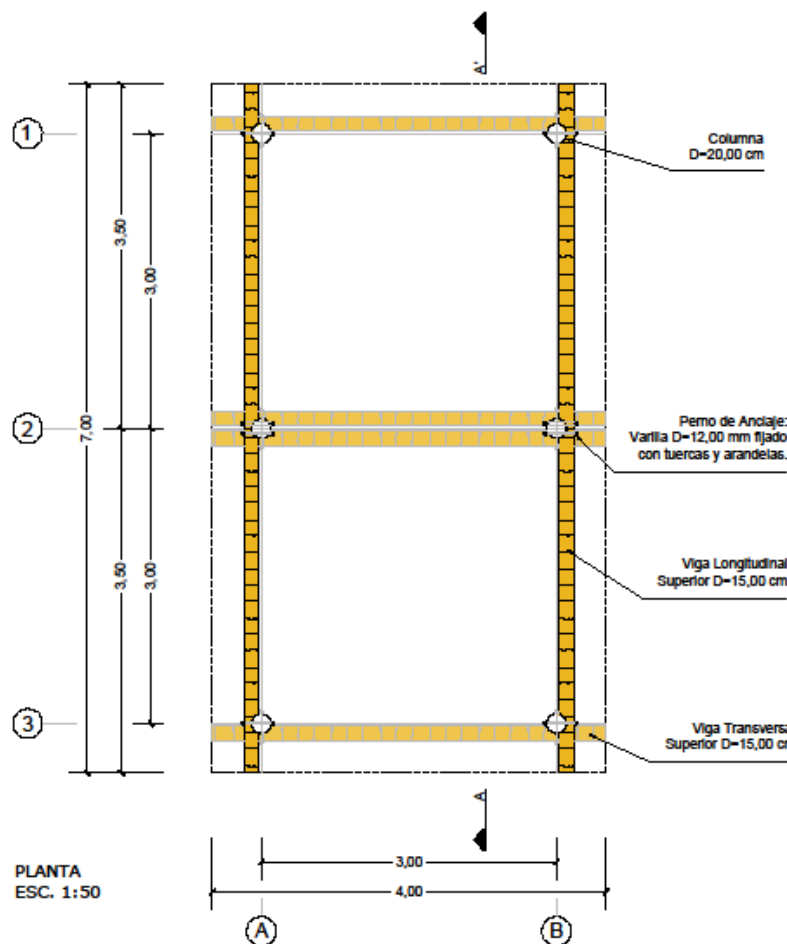
FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

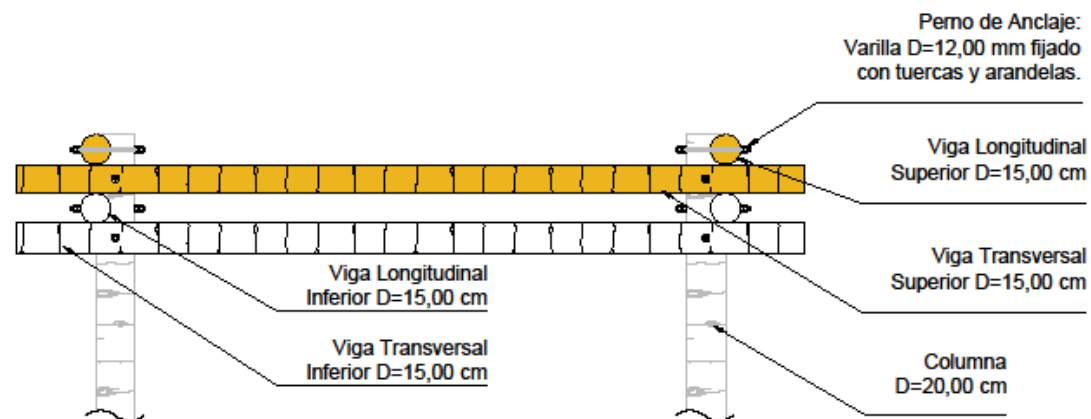
FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

FECHA: **AGOSTO 2017** SEMANA: **UNDICENA** LECTURA: **7/13**

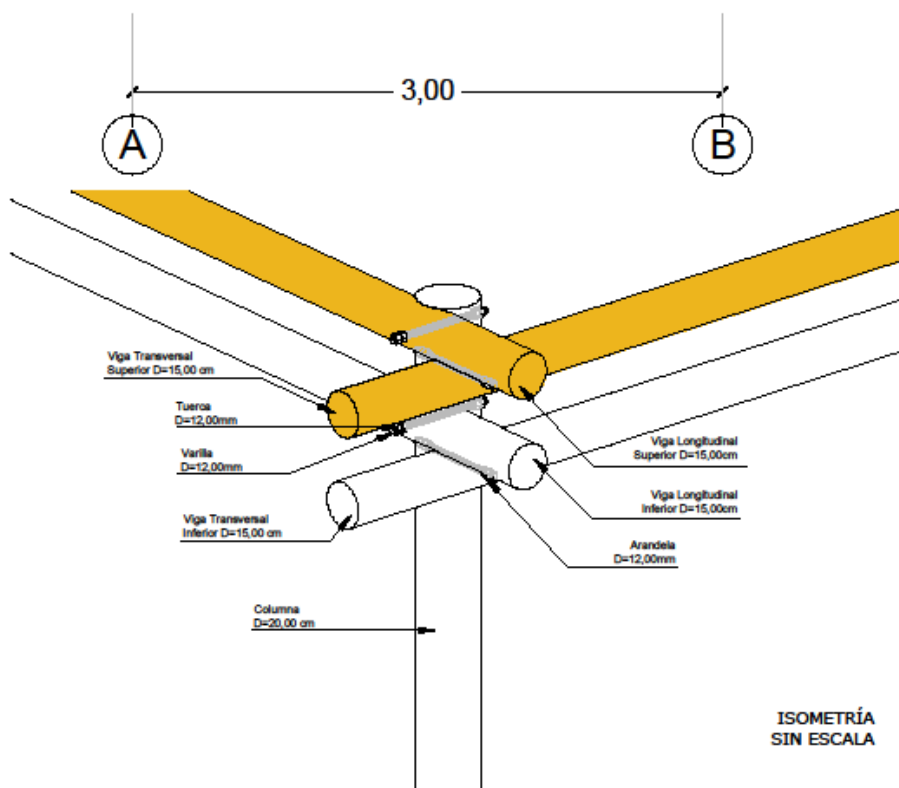
3.A.- VIGAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES SUPERIORES



PLANTA
ESC. 1:50



FACHADA LATERAL
ESC. 1:25



ISOMETRÍA
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Caracas, Internacional - Universidad

TÍTULO: **PÉRGOLA DE CARA GUADUA**

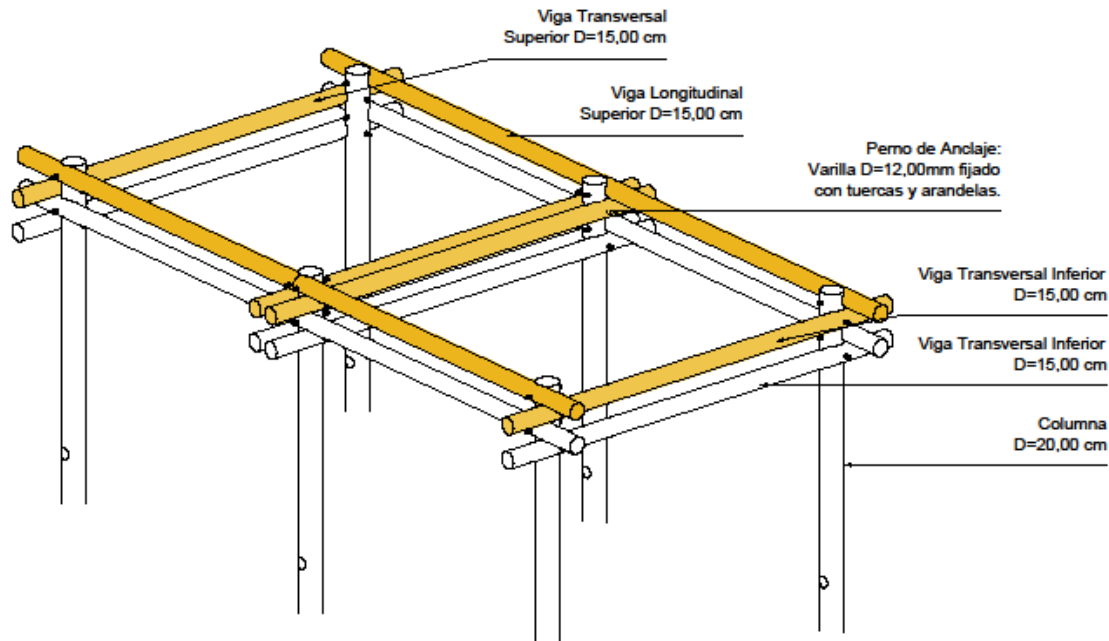
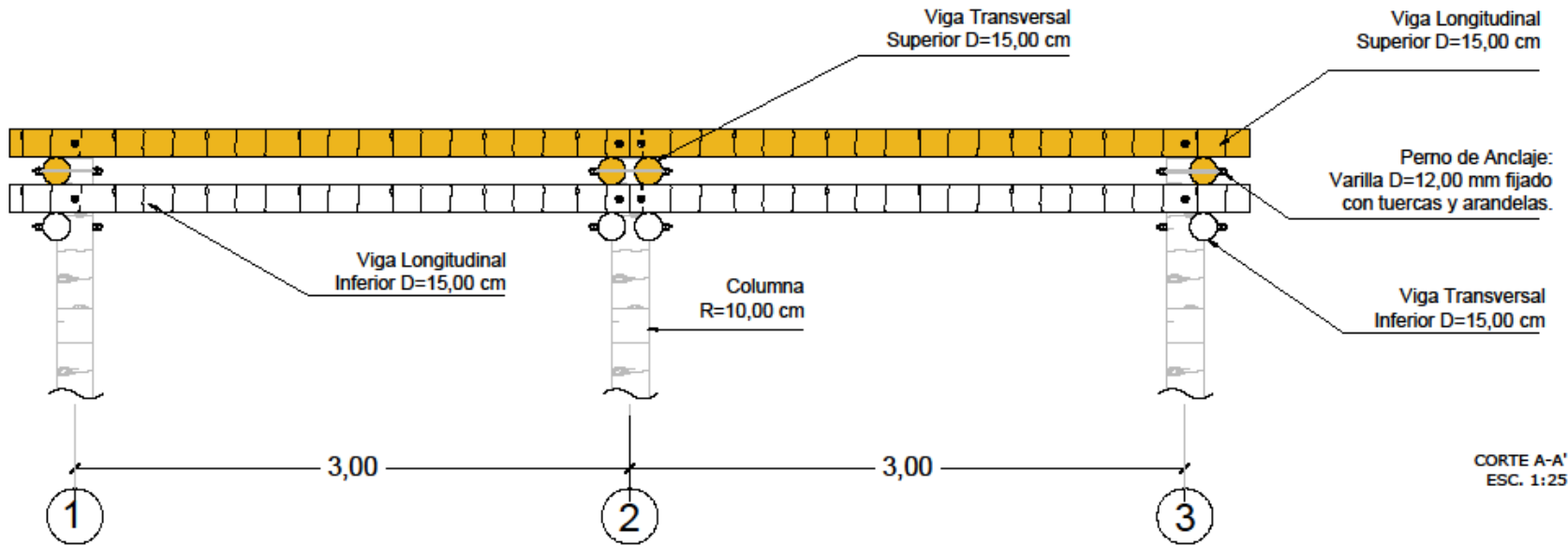
CURSO: **DETALLE CONSTRUCTIVO: VIGAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES SUPERIORES**

NOMBRE: **MARCELINO SAMUEL CASTILLO BRISANDA**

PROFESOR: **ARIEL PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: ABRIL 2017	SEMA: JUNIANA	UNIVA: 8/13
-------------------	---------------	-------------

3.B.- VIGAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES SUPERIORES



uda
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Escuela Internacional de Estudios

TÍTULO: **PERGOLA DE CUADRA CUADRA**

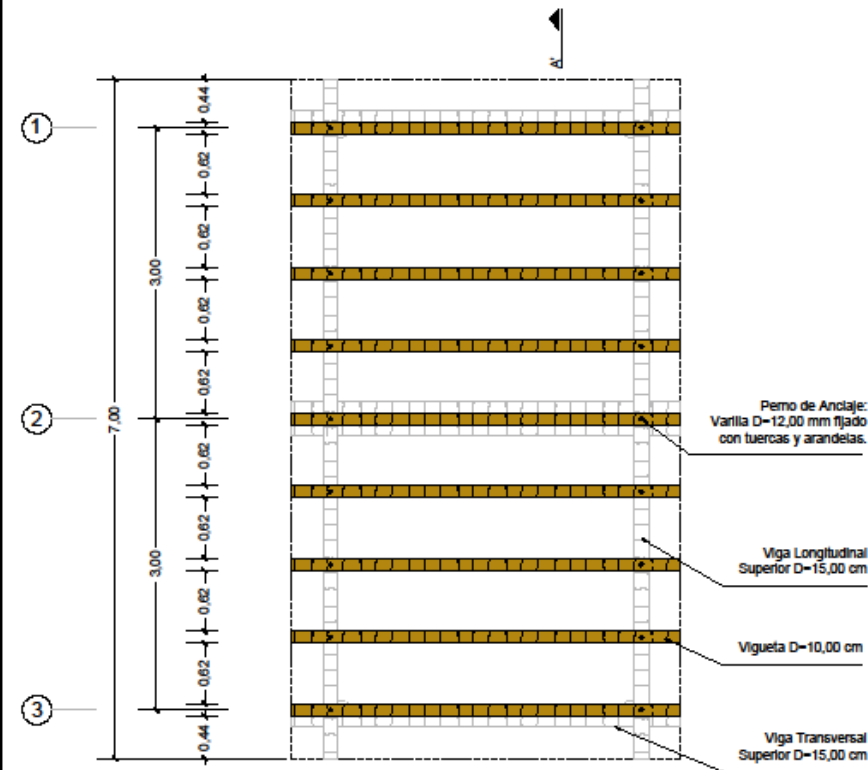
CONTENIDO: **DETALLES CONSTRUCTIVOS VIGAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES SUPERIORES**

ALUMNO: **MARCELINO RAMÍREZ CASTILLO MARIANA**

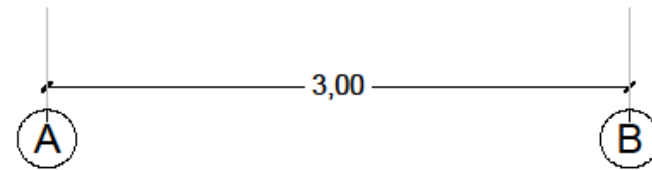
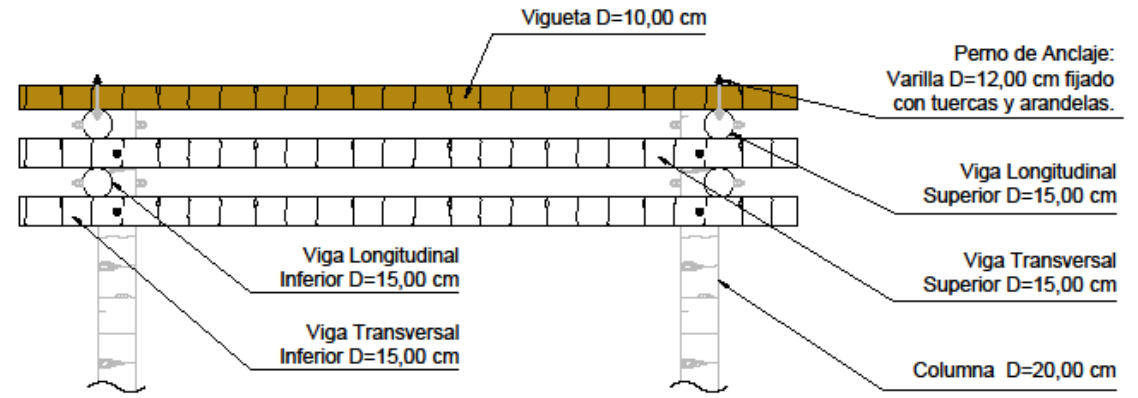
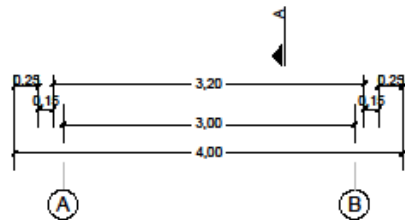
PROFESOR: **ARQ. PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: ABRIL 2017	SEMESTRE: I	GRUPO: 9/13
-------------------	-------------	-------------

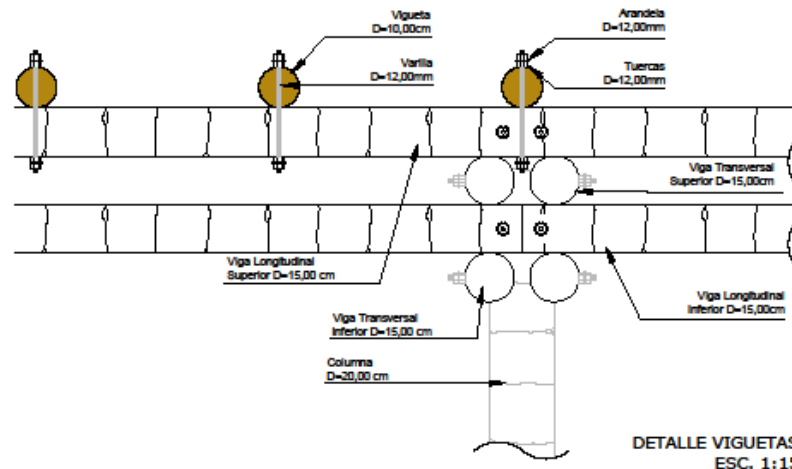
4.A.- VIGUETAS



PLANTA
ESC. 1:50



FACHADA LATERAL
ESC. 1:25



DETALLE VIGUETAS
ESC. 1:15

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO

TÍTULO: **PERGOLA DE CARA CUADRA**

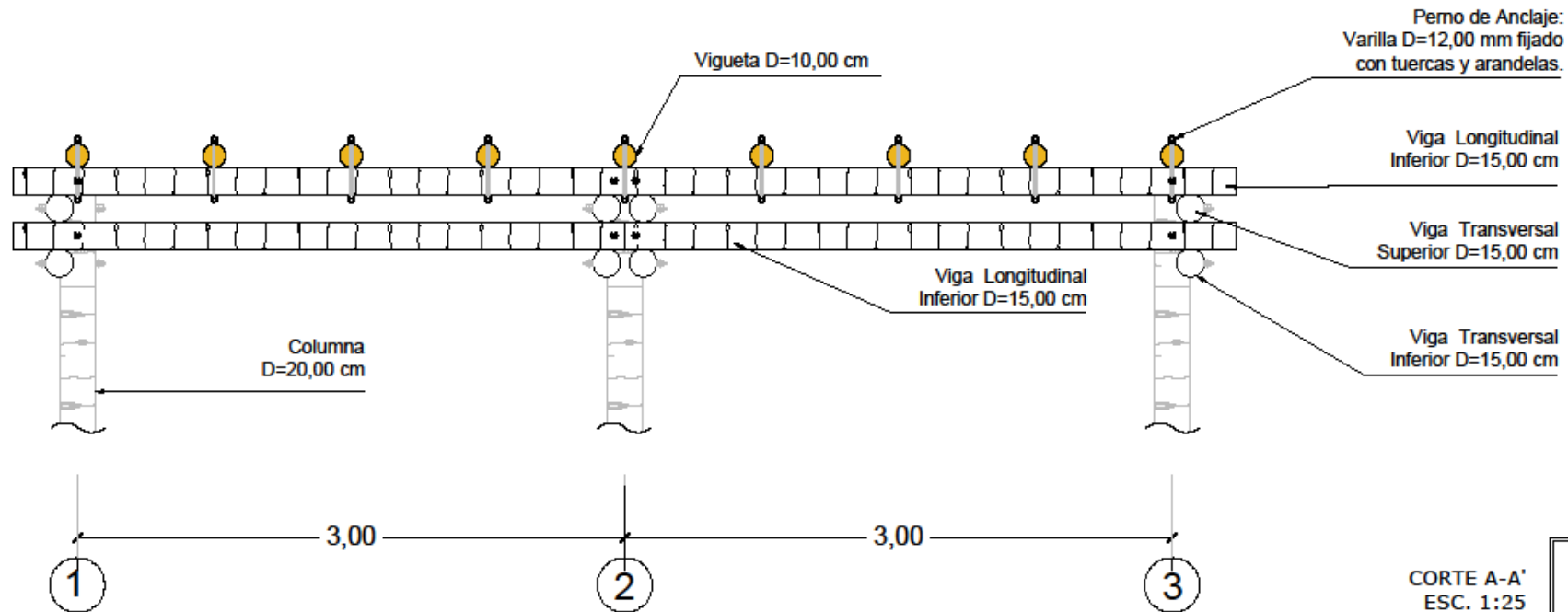
CATEDRÁTICO: **INGENIERO CIVIL/CONSTRUCTIVO/ VIGUETAS**

ALUMNO: **MANUELINO BARRAL CASTILLO BRANDA**

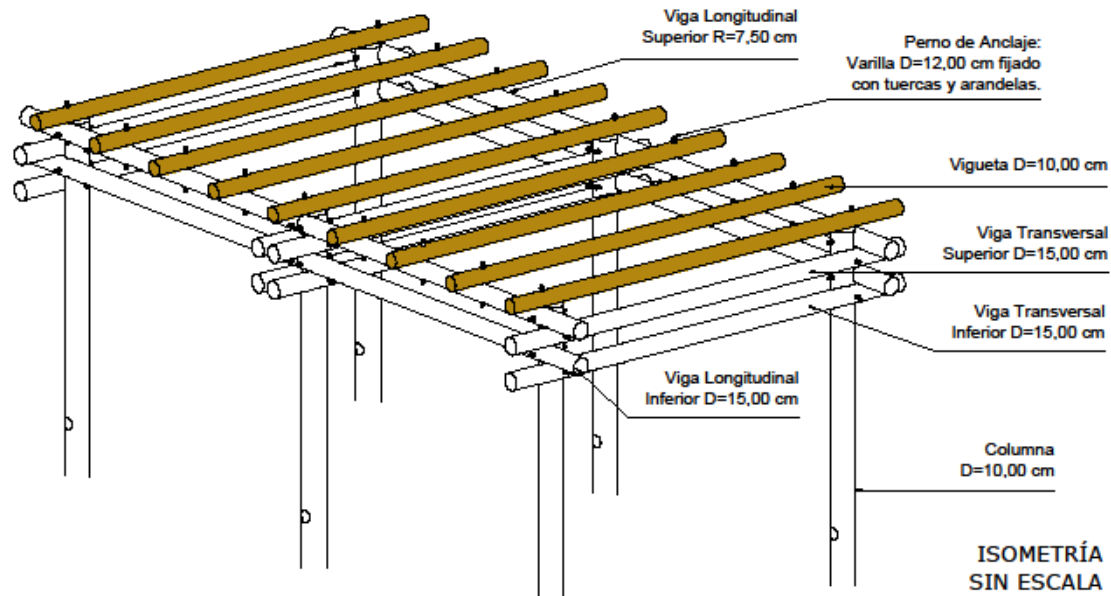
PROFESOR EN JEFE: **INGENIERO PATRICIO HERRERA D.**

FECHA: **JUNIO 2017** | SEMANA: **10ª SEMANA** | LÍNEA: **10/13**

4.B. - VIGUETAS

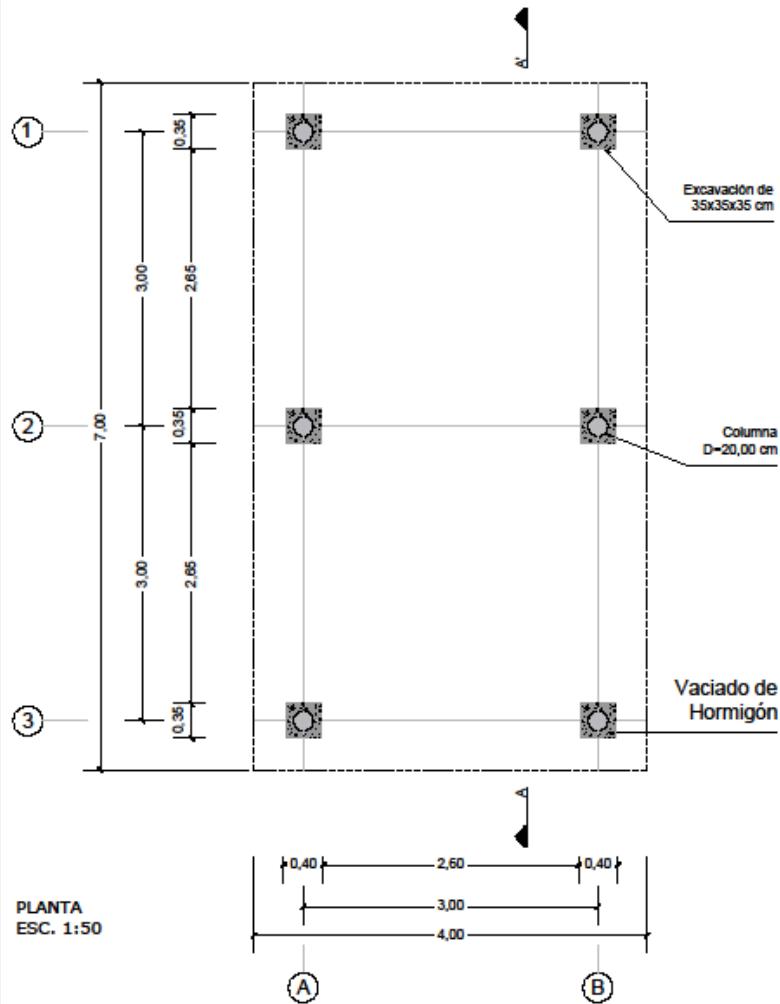


CORTE A-A'
ESC. 1:25

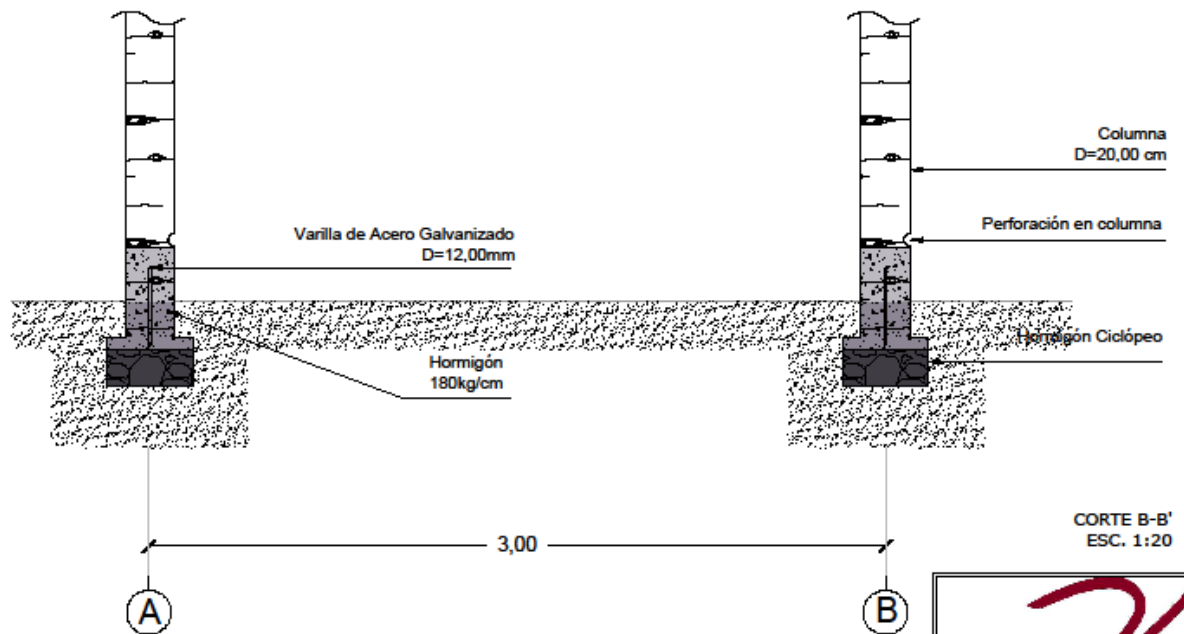


TÍTULO PÉRGOLA DE CASA GUADUA		
CONTENIDO DETALLES CONSTRUCTIVOS: VIGUETAS		
AUTOR MARCELO SAMAR CASTILLO BRANDA		
PROFESOR EN CHARGE ARGL PATRICIO HERRERA D.		
FECHA AGOSTO 2017	SECCIÓN LUDICA	UNIDAD 11/13

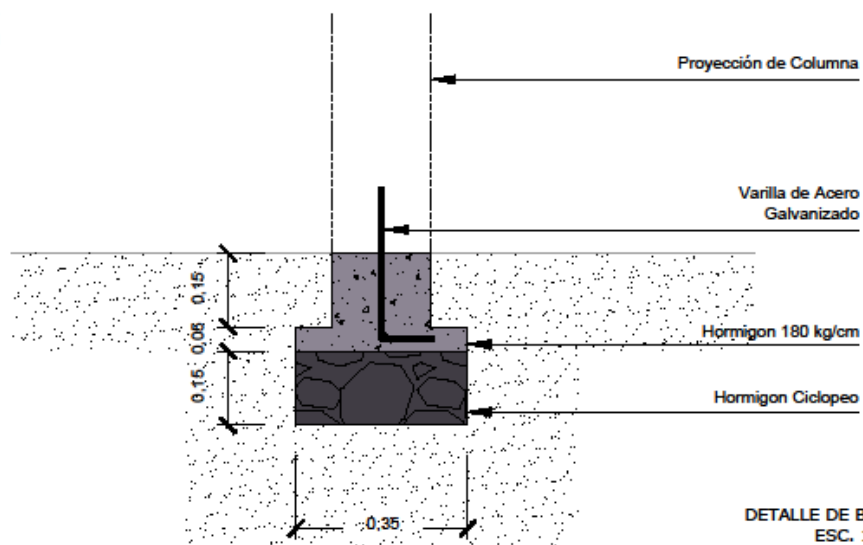
5.A.- CIMENTACIÓN DE BASES



PLANTA
ESC. 1:50



CORTE B-B'
ESC. 1:20



DETALLE DE BASE
ESC. 1:10

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
Colleges International - UC VERDE S.R.L.

TÍTULO: **PÉRGOLA DE CAÑA GUADUA**

CONTENIDO: **DETALLE DE CONSTRUCTIVO: CIMENTACIÓN DE BASES**

ALUMNO: **MARCELINO SAMUEL CASTILLO MIRANDA**

PROFESOR: **ARL PATRINO HERRERA D.**

FECHA: ABRIL 2017	SEMA: JUNIO	UNPA: 12/13
-------------------	-------------	-------------





MANUAL DE CONSTRUCCIÓN

Pérgola en caña guadua

El presente manual se realizó con la finalidad de ser una alternativa para aquellas personas que desean la construcción de pérgolas en un material resistente y económico como la caña guadua

2017

CONTENIDO

1. Materiales
2. Herramientas
3. Delimitación del terreno
5. Excavación para bases
7. Cimentación de bases
9. Preparación de columnas
11. Colocación de vigas transversales
13. Colocación segunda fila vigas transversales
14. Colocación tercera fila vigas transversales
15. Colocación vigas costaneras

1 MATERIALES

Para la construcción de una pérgola con caña guadua se requerirá de lo siguiente:

Materiales

- 4 cañas guadua de 6m de largo
- 21 cañas de 3m de largo
- 10 varillas roscadas de 12 mm
- 42 rodela
- 42 tuercas de 12 mm
- 6 varillas de acero de 40 cm largo



2 HERRAMIENTAS

HERRAMIENTAS BÁSICAS

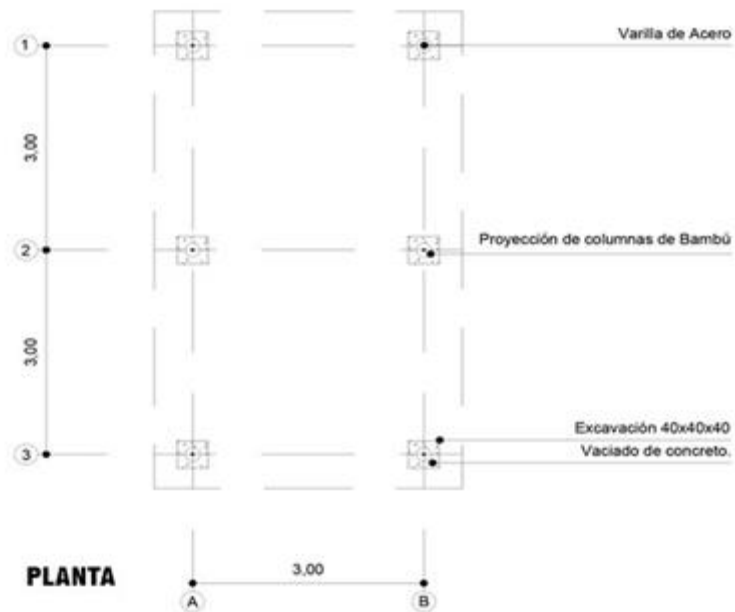


Para garantizar la seguridad del personal que realizará las actividades de construcción de la pérgola es importante contar con el mínimo equipo de seguridad compuesto por:

1. Casco
2. Protecciones Auditivas
3. Protecciones Visuales
4. Guantes
5. Botas de seguridad



3 DELIMITACIÓN DEL TERRENO



PROCESO



Utilizando el flexómetro se procede a medir los puntos donde van las columnas acorde al plano

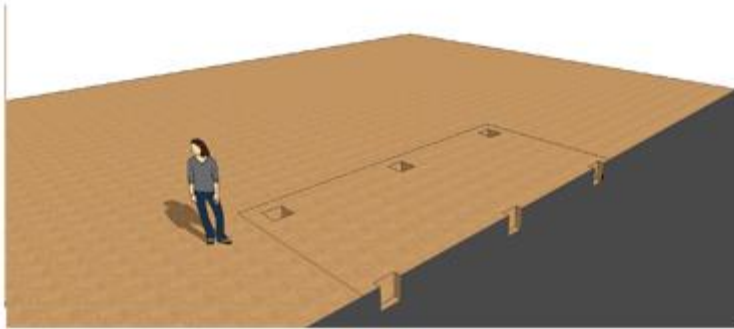


Con la escuadra nos aseguramos que los puntos se encuentren alineados y perpendiculares

Con la ayuda de piolas se marcan los puntos donde se pararán las columnas de la pérgola



4 EXCAVACIÓN PARA BASES



Se procede a excavar 6 fosos de 40cm de ancho por 40 de largo y 40 de profundidad

Para esto se requiere la ayuda de una pala de punta redonda



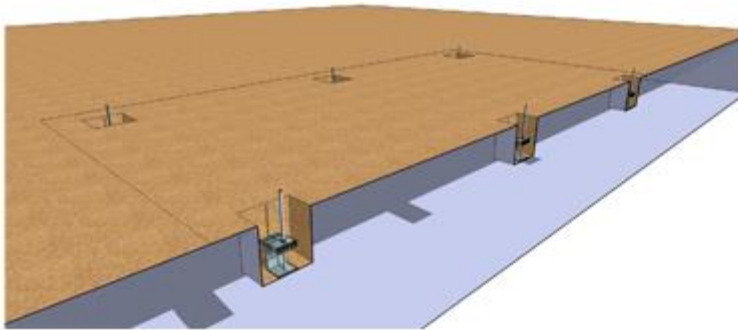
Es importante asegurarse de que no existan paso de tuberías eléctricas o de agua en el lugar de excavación

El tiempo estimado para este proceso se calcula en 4 horas entre dos personas

A fin de ganar tiempo, mientras se hace el proceso de excavación y cimentación se puede ir preparando las vigas



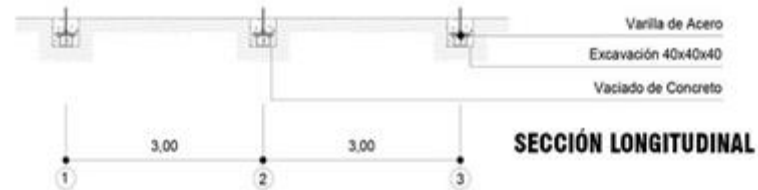
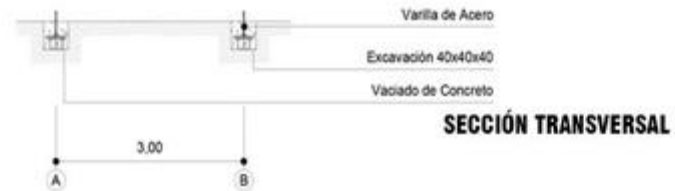
5 CIMENTACIÓN DE BASES



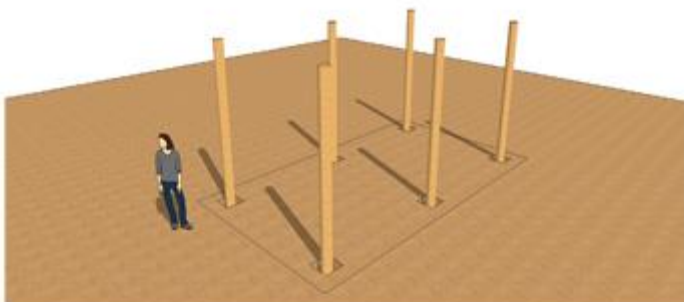
Una vez colocados los soportes de hierro en los fosos se procede a colocar concreto y ha esperar a que seque.



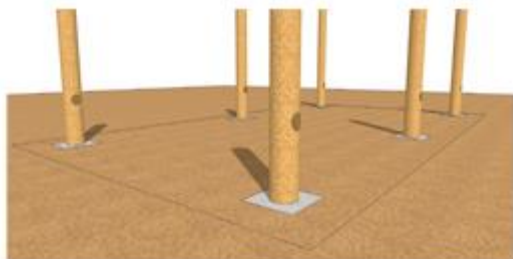
Luego de realizadas las excavaciones se coloca las bases de hierro para que al ser fundidas sirvan de soporte para las columnas.



6 PREPARACIÓN DE COLUMNAS



Una vez paradas las columnas se perfora con la ayuda de un taladro



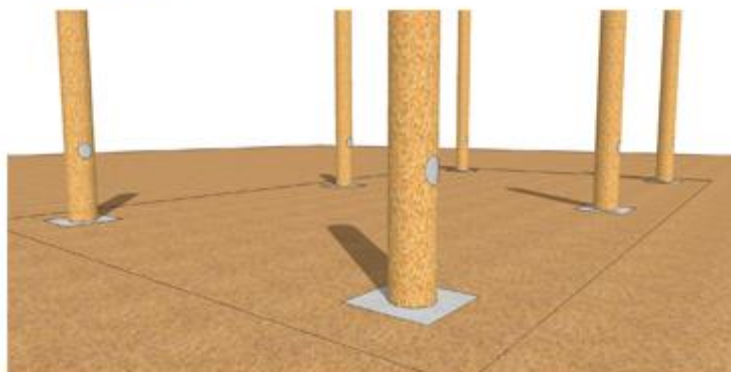
9

10



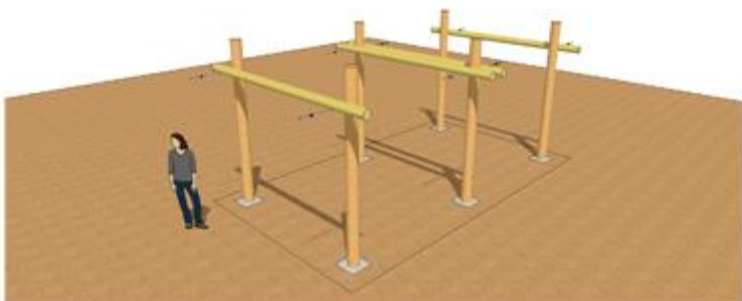
Es necesario utilizar una broca para madera para realizar esta perforación, y así evitar que la caña se parta.

Luego se vierte concreto dentro del orificio para que frague alrededor del chicote de hierro dejado al momento de la cimentación de las bases

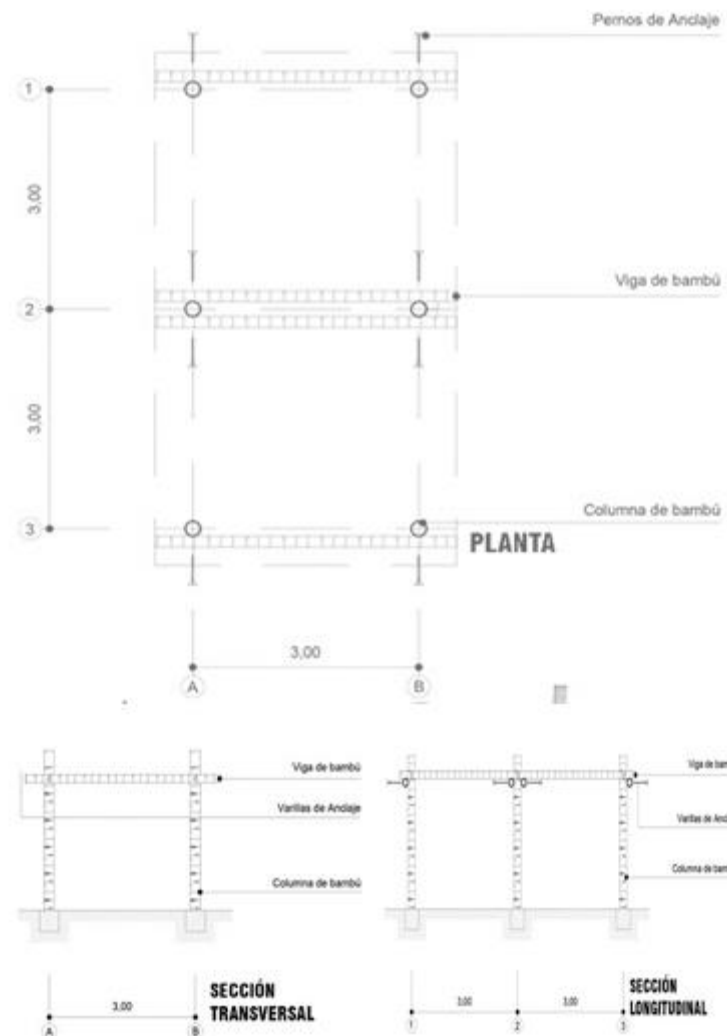


Para facilitar el vaciado de concreto se recomienda usar una botella plástica

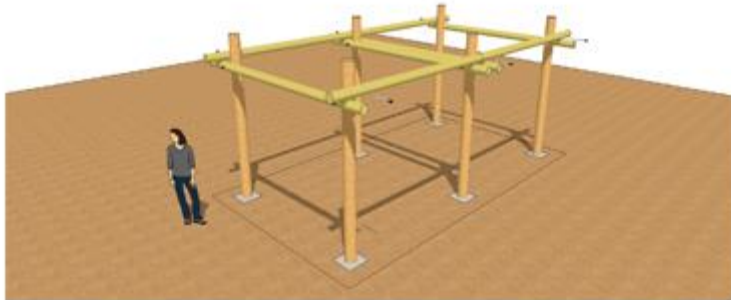
7 COLOCACIÓN DE VIGAS TRANSVERSALES



A continuación se toma 4 vigas de 3 metros y se procede a perforar con ayuda del taladro a una distancia de 25 cm, para poder sujetarlas a las vigas principales, para este fin se utiliza flexómetro, lápiz y taladro las varillas roscadas y pernos



8 COLOCACIÓN SEGUNDA FILA VIGAS TRANSVERSALES



Se repite el mismo procedimiento pero esta vez con las vigas de 6 metros ,que descansan sobre las vigas ancladas anteriormente y sujetas contra las vigas principales



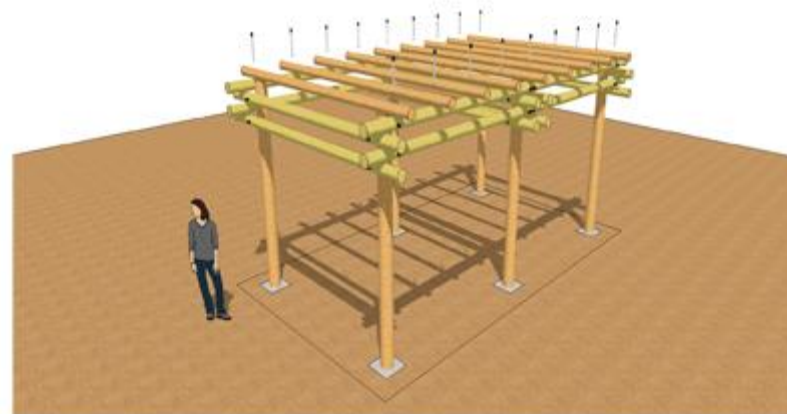
Varilla Roscada



Llave de tuercas

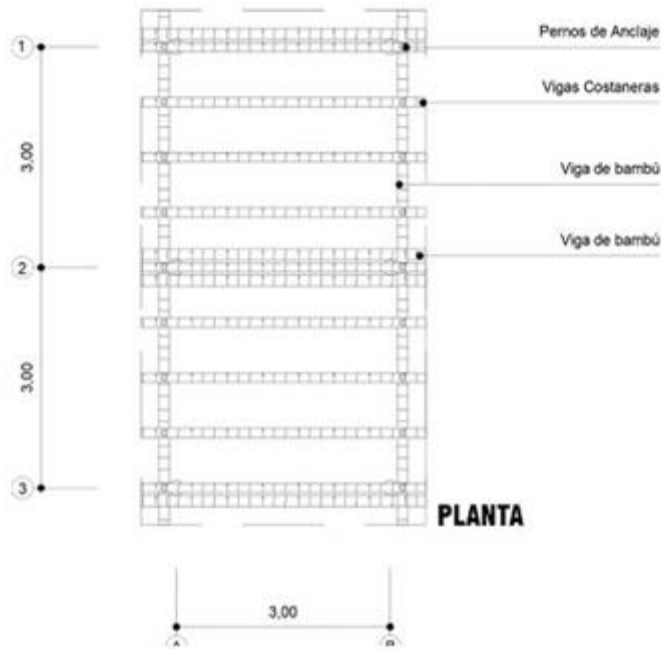
9 COLOCACIÓN TERCERA FILA VIGAS TRANSVERSALES

Se procede a realizar el mismo proceso con otra fila de vigas de 6 metros y otra de 3 metros

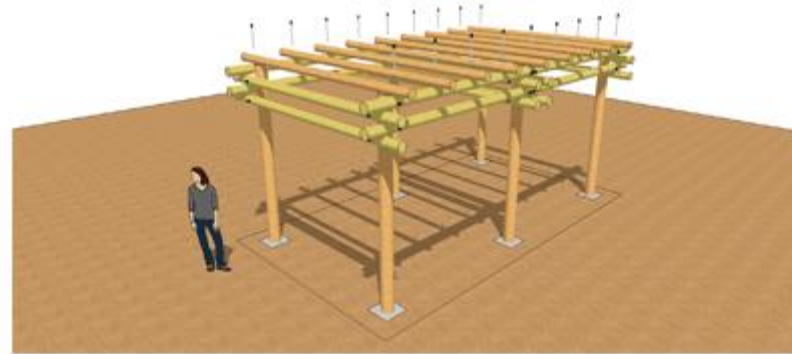


10 COLOCACIÓN DE VIGAS COSTANERAS

COLOCACIÓN Y AMARMADO DE VIGAS COSTANERAS



A continuación se procede a colocar las vigas costaneras que servirán como techo de la pérgola



PÉRGOLA TERMINADA

