

***"DISEÑO DE UN BENEFICIADERO ECOLÓGICO DE CAFÉ UTILIZANDO LA
GUADUA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL DESTINADO A PEQUEÑOS Y
MEDIANOS CAFICULTORES"***

Presentado por:

RAUL LOPEZ PERDOMO

CODIGO 2007166820

ALDEMAR RODRÍGUEZ OSORIO

CODIGO 2006262641

Universidad Surcolombiana
Facultad De Ingeniería
Programa De Ingeniería Agrícola
Neiva Huila
2014

***"DISEÑO DE UN BENEFICIADERO ECOLÓGICO DE CAFÉ UTILIZANDO LA
GUADUA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL DESTINADO A PEQUEÑOS Y
MEDIANOS CAFICULTORES"***

Presentado por:

RAUL LOPEZ PERDOMO

CODIGO 2007166820

ALDEMAR RODRÍGUEZ

CODIGO 2006262641

Proyecto de grado presentado como requisito, para optar al título de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Director:

ING. CIVIL HERNANDO DÍAZ LLANO

Universidad Surcolombiana
Facultad De Ingeniería
Programa De Ingeniería Agrícola
Neiva Huila
2014

Nota de Aceptación:

Director Del Trabajo
HERNANDO DIAZ LLANO
Ing. Civil

Jurado

Jurado

Neiva, Noviembre de 2014.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo los agradecimientos:

A nuestras madres y padres **BELEN PERDOMO, NELCY OSORIO, NAPOLEON LOPEZ, DAVID RODRIGUEZ**, que nos apoyaron totalmente para la realización y culminación de la carrera de Ingeniería Agrícola.

A la inigualable secretaria del programa, Doña Gladys por la paciencia en todos los años de estudio.

Al profesor Rodrigo Pachón por su colaboración, orientación y apoyo académico.

A nuestro director de tesis Hernando Díaz Llanos por aconsejarnos y enseñarnos en esta última etapa de la carrera de estudio.

A los jurados por permitirnos presentar este trabajo de grado.

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado a mis padres, mi hermana y mi compañera por ayudarme a culminar mis estudios.

A toda la familia que ha inculcado el estudio y la responsabilidad en la vida.

A varios profesores bueno, responsables, respetuosos, coherentes que pudieron enseñar más que lo que decía el pensum durante la carrera.

A mis compañeros de universidad y amigos que durante la carrera tuvieron un consejo o una ayuda a la mano.

Al colegio, sus profesores y compañeros del INEM y Eduardo Santos por poner parte en la formación hacia este objetivo.

A muchos campesinos que me han abierto las puertas de sus hogares para compartir y aprender.

A todas las mujeres y hombres que cada día inspiran compromiso para lucha por las causas justas, y el esfuerzo imperioso de cambiar el estado de cosas actuales.

RAUL LOPEZ PERDOMO.

INDICE

LISTA DE TABLAS.....	9
INTRODUCCIÓN	10
JUSTIFICACIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1. OBJETIVO	13
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Beneficio del Café.....	14
2.2 Generalidades de la Guadua.....	17
2.3 Bahareque Encementado.....	21
2.4 Esfuerzo de compresión paralela a la fibra.....	22
3. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Ubicación General y sus Características.....	24
3.2 Diseño Arquitectónico.....	24
3.3 Diseño Estructural.....	25
3.4 Presupuesto.....	26
3.5 Manual Didáctico de Construcción.....	27
4. RESULTADOS.....	28
4.1 Resultado del Diseño Arquitectónico.....	28
4.1.1 Iluminación Requerida.....	31
4.1.2 Diseño de Muros.....	35
4.1.3 Uniones en Guadua	35
4.2. Resultado del Diseño Estructural.....	37
4.2.1. Cálculo de Cubierta.....	38
4.2.2. Calculo del Entrepiso.....	42
4.2.3. Cálculo de las Deflexiones	48

4.2.4. Esfuerzo de cortante:.....	49
4.2.5. Cálculos de Columnas.....	50
4.2.6. Cálculos de zapatas.....	52
4.3. Presupuesto Y Análisis -----	56
4.5 Manual Didáctico de Construcción.....	58
CONCLUSIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA-----	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.PROCESOS DEL CULTIVO DE CAFÉ. FUENTE: PROPIA BASADO EN CENICAFÉ.	14
Figura 2.PARTES DE LA CEREZA DE CAFÉ.FUENTE: http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno	14
Figura 3.FACTORES, DIMENSIONE Y PROCESOS DEL CAFÉ. FUENTE: CENICAFÉ.	15
Figura 4.DESPULPADORA.FUENTE JOTAGALLO	16
Figura 5.DESMUCILAGINADOR MECANICO. FUENTE: INGESEC.....	16
Figura 6.CASETA DE BENEFICIO.FUENTE: CENICAFÉ.....	17
Figura 7.PARTES DE LA GUADUA. FUENTE : http://bambusa.es/bambu_caracteristicas/bambu-guadua/	18
Figura 8.EDADES DE LA GUADUA PARA CORTE.FUENTE: http://bambusa.es/bambu_caracteristicas/bambu-guadua/	19
Figura 9.VISTA DISEÑO ARQUITECTONICO.....	28
Figura 10.VISTA FRONTAL DISEÑO ARQUITECTONICO	29
Figura 11.VISTA EN PLANTA DE LA CUBIERTA.....	29
Figura 12.VISTA EN PLANTA SEGUNDO PISO.....	30
Figura 13.BOMBILLO SELECCIONADO.FUENTE: Homocentro	33
Figura 14.DIEMNSIONES INTERIOR BENFICIADERO.....	33
Figura 15.Uniones. FUENTE: Manual de Construcción Sismo Resistente de Viviendas en Bareque Encementado.....	36
Figura 16.VISTA CUBIERTA.FUENTE: PROPIA.....	38
Figura 17.FUERZAS EXTERNAS SOBRE LA CERCHA PRINCIPAL.....	39
Figura 18.FUERZAS EXTERNAS EN EL NODO A. FUENTE: PROPIO	39
Figura 19.DIAMETRO DE LA GUADUA.....	41
Figura 20.VISTA ENTREPISO.FUENTE: PROPIO	42
Figura 21.DISEÑO ENTREPISO.....	43
Figura 22.DISEÑO ENTABLADO.....	44
Figura 23.DISEÑO VIAGA SECUNDARIA	45
Figura 24.DISEÑO VIGA PRINCIPAL	46
Figura 25.VISTA LATERAL.	48
Figura 26.Guadua Sometida a Esfuerzo Cortante P.FUENTE: TITULO G NSR 10	49
Figura 27.Guadua con carga Q. FUENTE: TITULO G NSR 10	49
Figura 28.Guadua con Soporte máximo a corte. FUENTE: TITULO G NSR 10.....	50
Figura 29 VISTA DETALLE COLUMNA	50
Figura 30.DISEÑO ZAPATA.	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Reflectancias efectivas para ciertos colores y texturas (valores en %). FUENTE: RETILAP.	32
Tabla 2.NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA.FUENTE: INCONTEC..	32
Tabla 3.COEFICIENTES DE UTILIZACION DE ELECTROCONTROL. FUENTE:RETILAP	34
Tabla 4.VALORES DE FM SUGERIDOS POR LA CIE. FUENTE: RETILAP.....	34
Tabla 5.Esfuerzos admisibles modificados por los diferentes coeficientes de corrección, por temperatura, humedad y duración. FUENTE: PROPIA.....	37
Tabla 6 RESULTADOS FUERZAS INTERNAS CERCHA	40
Tabla 7.FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES. FUENTE: NSR 10 TITULO G. CAPITULO G.12. LITERAL G.12.8.9. SUBLITERAL. G.12.8.9.3. TABLA G-12-8-1.	48

INTRODUCCIÓN

La bebida del **Café** es la bebida más popular del mundo¹. En Colombia se cultiva comercialmente desde el año de 1835² y hoy ocupa el segundo lugar en producción mundial, la cual proviene de más de 560.000 familias³; en el caso del Huila existen 153.853 hectáreas⁴ pertenecientes a 83.062 cafeteros, debido a un aumento de su producción en los últimos cinco años, desplazando del primer lugar departamentos históricos como Antioquia y el eje cafetero.

Pese a esto la producción actual del café sufre una crisis que ha generado un descenso en el precio interno del mismo, frente a unos elevados costos en la producción, desencadenando diversas manifestaciones en el sector, hasta el punto que se paralizó medio país. Para mejorar el precio del grano el Gobierno optó por dar subsidios a los cafeteros, sin solucionar aún la crisis.

Precisamente, como alternativa a esta crisis, se debe implementar una serie de cambios tecnológicos y económicos que permitan que los campesinos desarrollen un nuevo modelo de producción agropecuaria, más cooperativa y ecológicamente sostenible.

Dentro de las alternativas tecnológicas, este trabajo de grado propone utilizar la **Guadua**⁴ como un material de construcción de los módulos de beneficio del café para pequeñas fincas cafeteras, iniciando por la evaluación de la producción promedio anual, obteniendo como resultado el diseño de la estructura.

¹ Gaucin, Darío. El café un mercado vigoroso. En línea. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2012/02/22/cafe-mercado-vigoroso>. febrero 22 del 2012.

² Federación Nacional de Cafeteros. Una bonita historia. En línea. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/una_bonita_historia/. noviembre 2013.

³ ibíd.

⁴ ibíd.

JUSTIFICACIÓN

En el último año el precio de la carga de café de 125 kilogramos se ha mantenido por debajo de los \$ 500.000 pesos aproximadamente⁵; a esto se le ha sumado el aumento en los costos de producción y el cambio climático, generando una crisis en el sector.

Esta situación ha sido un tema de estudio para los profesionales en la materia desde las diferentes áreas. En esa medida, Cenicafé planteó doce tecnologías⁶, con el fin de mejorar la productividad y calidad del café y aumentar los ingresos de las fincas cafeteras.

Bajo esta misma orientación este trabajo de grado se propone la elaboración de un diseño que disminuya los costos de construcción de un beneficiadero ecológico en Guadua, ya que ésta es utilizada en las zonas cafeteras para la construcción de viviendas⁷, demostrándose a lo largo de los años su duración en las construcciones rurales, las cuales no presentan ataques de gorgojos, ni polillas a pesar del tiempo establecidas⁸.

⁵ Caracol radio. Precio del café nada que repunta. <http://www.caracol.com.co/noticias/economia/precio-del-cafe-nada-que-repunta/20130727/nota/1940389.aspx>. 27 de Julio de 2013.

⁶ Cenicafé. Doce maneras de mejorar los ingresos en las fincas cafeteras. Septiembre de 1998.

⁷ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agro cadenas Colombia. La cadena de la Guadua en Colombia. Pág. 1.

⁸ Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Neiva, año 2003.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de campesinos y en especial los caficultores, buscan endeudarse en los bancos y otras entidades financieras para poder construir sus estructuras con los materiales tradicionales como lo es el concreto. Los caficultores realizan créditos entre 10 a 30 millones de pesos para construir un beneficiadero, que en su mayoría se utilizan en cuartos de alojamientos de equipos y trabajadores.

El transporte de estos materiales (hierro, ladrillos, cemento y arena), a las zonas rurales se realiza en diferentes formas: vehículos, animales de carga o personas, los cuales poseen - sin duda - dificultad de acceso a los lugares donde se efectuará la construcción, elevando su costo.

Los modelos de beneficiadero existentes, a pesar de los estudios para el manejo de aguas y subproductos, así como la asistencia de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), en su mayoría no son utilizados para su propósito, a esto se le agrega el desconocimiento por el medio ambiente, y los malos precios del café que han generado una cultura desinteresada en estos detalles.

La utilización de la guadua como material estructural, no ha generado la confianza necesaria, ni a llenado las expectativas para su utilización, en los departamentos del eje cafetero la guadua se ha utilizado más que en el resto del país, en su mayoría como material arquitectónico para construcciones típicas y campestres (cabañas, puentes, quioscos).

Pero sobre la utilización de la guadua como material estructural en la construcción de beneficiadero no existen estudios detallados, por consiguiente es oportuno dar soluciones a estos problemas.

Teniendo en cuenta la problemática anterior se consideró necesario realizar un trabajo de grado a partir de las siguientes preguntas:

¿La Guadua podrá reemplazar las vigas y columnas hechas en concreto?

¿Es económicamente viable la construcción de un Beneficiadero utilizando la guadua como material estructural?

¿Los caficultores podrán aprender una metodología fácil para utilizar y confiar en la guadua para la construcción de beneficiaderos?

1. OBJETIVO

1.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Beneficiadero de Café Ecológico, utilizando la Guadua como material estructural, garantizando el adecuado funcionamiento, y buscando su viabilidad económica frente a otros materiales convencionales.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las ventajas estructurales de la Guadua frente a otros materiales convencionales en la construcción de Beneficiadero de Café.
- Formular guías de construcción de un beneficiadero de café, utilizando la guadua como material estructural.
- Analizar la viabilidad económica para la construcción de un beneficiadero de café ecológico utilizando la guadua, comparándolo con construcciones tradicionales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Beneficio del Café

Para la comercialización del grano de Café, los productores deben realizar varios procesos, (Ver Figura 1) desde la siembra hasta la entrega en centros de acopio. En este trabajo dedicaremos atención especial al proceso de beneficio, etapa en la cual se logra la transformación de café cereza (CC) a café pergamino seco (CPS) mediante la separación de las partes del fruto y secado de los granos⁹.



Figura 1. PROCESOS DEL CULTIVO DE CAFÉ. FUENTE: PROPIA BASADO EN CENICAFÉ.

El proceso de beneficio del grano de café, inicia con la recolección de la cereza de café en estado de madurez, cuando se recolecta es un fruto de color rojo o amarillo. Cada cereza tiene una piel exterior (exocarpio) como lo indica la figura 2, que envuelve una pulpa dulce (mesocarpio). Debajo de la pulpa están los granos recubiertos por una delicada membrana translúcida (Silver Skin) y estas membranas envuelven las dos semillas (endosperma) de café, con las cuales se prepara la bebida¹⁰.

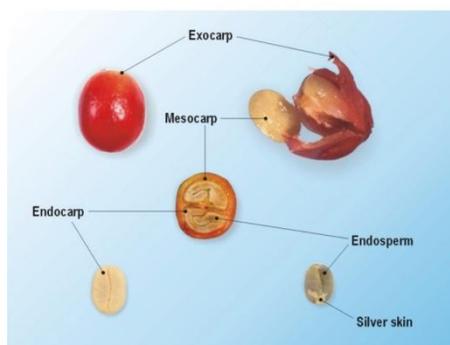


Figura 2. PARTES DE LA CEREZA DE CAFÉ. FUENTE:

http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno

El proceso de **BENEFICIO** del grano, tiene por objetivo separar el mesocarpio del endocarpio. Esta inicia con la recolección y transporte de éste al sitio acondicionado para el proceso de beneficio, que es una infraestructura llamada comúnmente **BENEFICIADERO**,

⁹ CENICAFE. Cultivemos Café. http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/beneficio.

¹⁰ FNC. Postcosecha del café. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/

la cual se compone de dos plantas, la inferior donde se ubican los tanques de fermentación y la máquina despulpadora, y en la superior se haya la tolva de recibo.

El tiempo que duren dichos procesos y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucílago de la almendra café, tiene una clara influencia en la calidad final de la bebida. En la siguiente figura Cenicafé nos presenta todos los procesos que inciden en el cultivo, comercialización y calidad del café

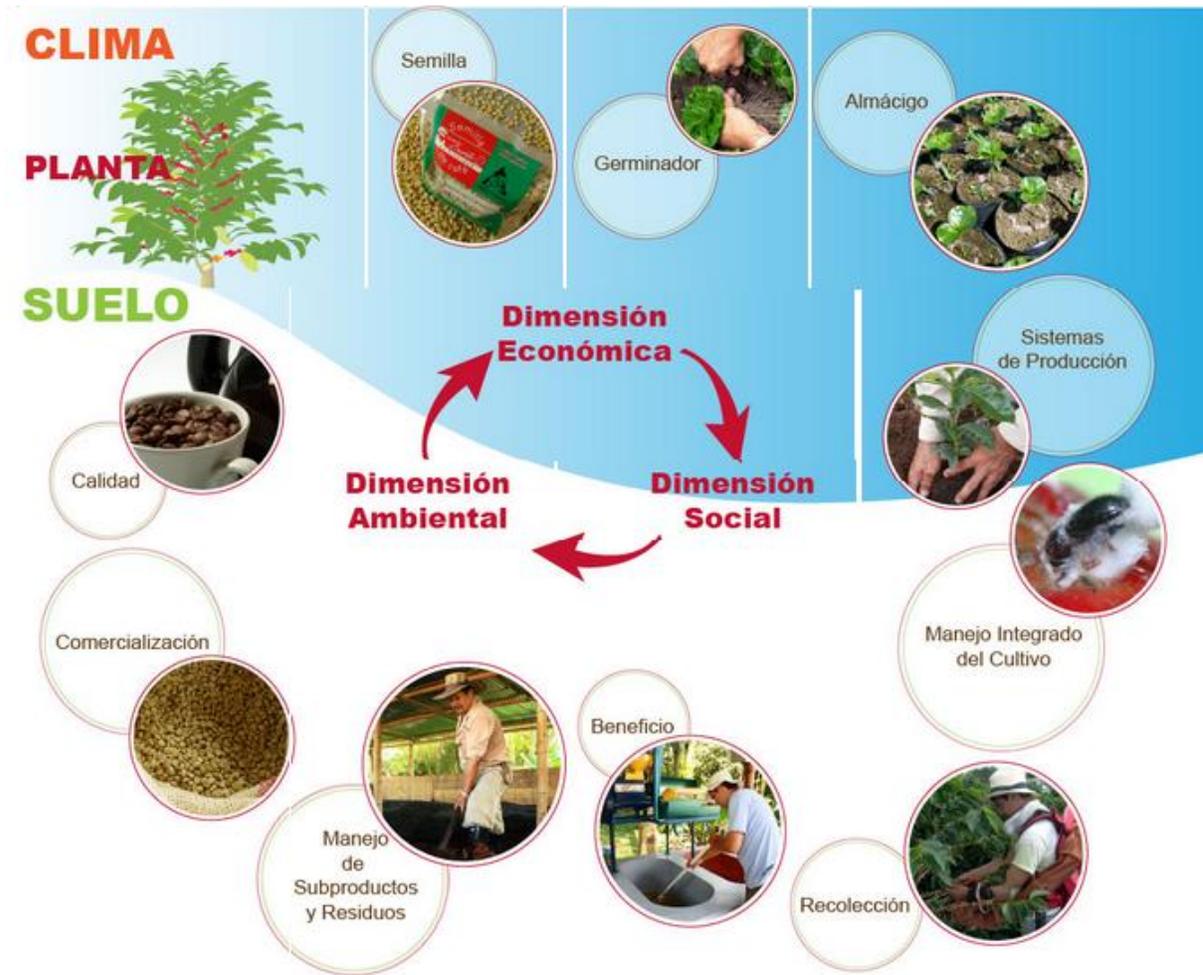


Figura 3. FACTORES, DIMENSIONE Y PROCESOS DEL CAFÉ. FUENTE: CENICAFÉ.

Es importante tener en cuenta que hay varios procedimientos de llevar a cabo en el beneficio del café. Según la Federación Nacional de Cafeteros uno de los procesos más utilizados en el mundo es el llamado *beneficio seco* del café. En este proceso las cerezas se exponen al sol durante varios días hasta alcanzar cierto grado de humedad en rangos que pueden variar. El efecto que tiene este método es la absorción de azúcares y otros compuestos presentes en el mucílago del café por parte de la semilla, lo que conduce a la generación de sabores característicos en la bebida final.

El tipo de proceso que más se desarrolla en Colombia es el *beneficio húmedo*. Éste incluye el despulpado, la fermentación, el lavado y el secado del grano. En el despulpado a

las cerezas de café se les retira la pulpa, de forma mecánica (VER FIGURA 4) preferiblemente, lo más rápido posible después de la recolección, posteriormente se retira el mucilago (mesocarpio) por medio de la fermentación del grano la cual se realiza en tanques de fermentación o por medios mecánicos. La fermentación puede durar de 12 a 18 horas, dependiendo variables como: la temperatura del lugar, el grado de madurez del café, el volumen de café a fermentar y el uso del agua.



Figura 4. DESPULPADORA. FUENTE JOTAGALLO



Figura 5. DESMUCILAGADOR MECANICO. FUENTE: INGESEC.

Según la Federación de Cafeteros Colombia (FNC) el tiempo de fermentación es un factor definitivo en la calidad del café, es necesario realizar muestreos periódicos de la masa de café en el tanque de fermentación, para determinar el punto óptimo antes de iniciar el proceso de lavado final del grano. Si el café se sobre fermenta, se mancha, pierde peso y se avinagra la almendra se afecta irremediablemente la calidad.

Una variante del beneficio húmedo del café es la tecnología de *beneficio ecológico* del café, desarrollada por Cenicafé, conocida como Becolsub o Ecotec (VER FIGURA 5). El beneficio ecológico busca minimizar las incidencias de los residuos producidos en este proceso al medio ambiente, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, como el consumo excesivo de agua, logrando así, el aprovechamiento de sus subproductos. Este proceso reduce la contaminación producida en más de un 90%. [CENICAFÉ, 1984]

Los resultados de la investigación realizada por Cenicafé arrojó las siguientes ventajas sobre el beneficio húmedo convencional:

- Reducción importante en el consumo del agua, menos de un litro por kilo de café pergamino seco. Específicamente se gastan en el sistema tradicional 500 litros de agua por arroba y con el sistema Becolsub 12 litros de agua por arroba, es decir una diferencia de 488 litros. En el despulpado no se utiliza agua. En el lavado tradicional se gastan 20 litros de agua por kilo de café pergamino seco, mientras que con el desmucilagador se reduce a menos de un litro.
- Mejoramiento en el rendimiento de café, relación café cereza - café seco.

- Previene cerca del 90% de la contaminación producida a las fuentes de agua, por los residuos de pulpa y mucílago. Ya que no se lleva a cabo el proceso de fermentación.
- Reducción en inversión, ya que se disminuye el tamaño de la infraestructura necesaria para el beneficio húmedo de café.
- Simplificación del proceso.

Dentro del proceso de beneficio del grano, tradicionalmente se inicia con el recibo del grano en tolvas, después este cae por gravedad hacia la maquina despulpadora, y finaliza en las albercas de lavado, en las cuales transita el café descerezado, unos dos días aproximadamente, y después pasa al área de secado.

En el beneficio ecológico se integra el uso de tres máquinas: despulpadora, desmucilagador mecánico (DESLIM) y tornillo sinfín. Igualmente es necesaria una tolva que alimente con frutos de café a la despulpadora o en lugares donde no es viable la tolva, un sistema de clasificación hidráulico con recirculación.

Los residuos sólidos, principalmente la pulpa del grano, pueden ser transportados ya sea por gravedad o a través de un tornillo sinfín, a una fosa o camas de lombricultivo para su posterior utilización como complemento nutricional o mejorador del suelo.



Figura 6.CASETA DE BENEFICIO.FUENTE: CENICAFÉ

2.2 Generalidades de la Guadua.

Como se ha hablado de implementar la guadua como material para la construcción del beneficiadero de café, podemos decir que en Colombia no sólo en la región cafetera y Cundinamarca se encuentra guadua (Género **Angustifolia**, **Amplexifolia**, **Superba** y **Weberbaveris**), también se encuentran guaduales en el Valle del Cauca, en los Santanderes,

en los llanos Orientales y en el Amazonas. (Tomado de Castrillón y Malaver). En Colombia, los guaduales se desarrollan de manera óptima en la región central de los Andes entre los 500 y 1500 metros, con temperaturas entre 17°C y 26° C, precipitaciones de 1200-2500 mm/año, humedad relativa del 80-90% y suelos aluviales ricos en cenizas volcánicas con fertilidad moderada y buen drenaje. (Giraldo y Sabogal).

Por lo tanto, Colombia puede ser considerada como un productor innato de guadua de buena calidad.

Morfología general de la guadua.

La estructura de la Guadua está basada en un sistema de ejes vegetativos segmentados, los cuales forman alternamente nudos y entrenudos, que varían en su morfología dependiendo del lugar de la planta al cual correspondan, es decir el rizoma, el tallo o las ramas. En cuanto a lo que corresponde al tallo y su estructura también varía dependiendo de la especie, variedad y/o biotipo a la cual pertenezca, así mismo como en alturas, diámetros, y forma de los nudos facilitándose así su clasificación.(VER FIGURA 7).

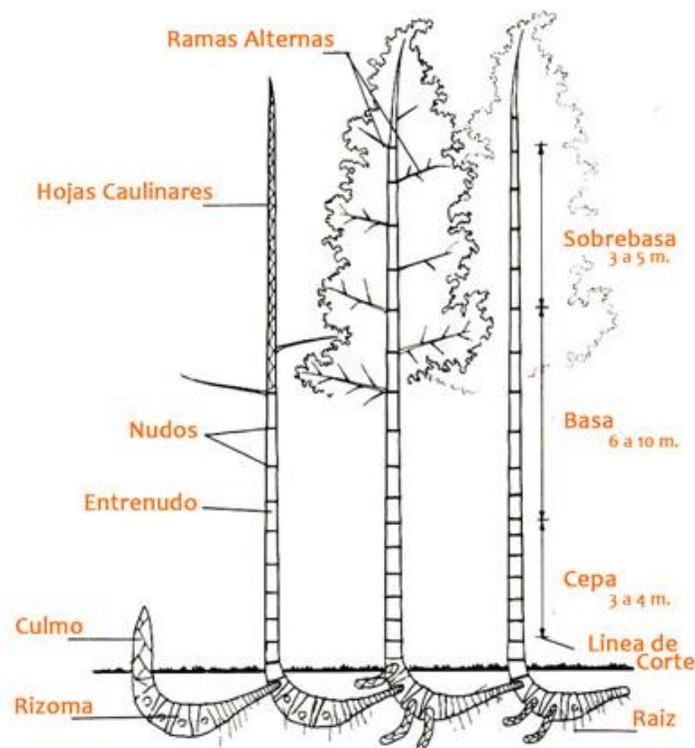


Figura 7.PARTES DE LA GUADUA. FUENTE :http://bambusa.es/bambu_caracteristicas/bambu-guadua/

Selección y Corte.

Para llevar a cabo el corte de la guadua, es necesario tener presente la edad de la misma, ya que, de acuerdo a su edad, sus características y propiedades tanto físicas como mecánicas cambian, incidiendo en la resistencia y por ende en la utilización que se le puede dar.

La edad adecuada para efectuar el corte, con objetivo de ser utilizada para la construcción, se encuentra entre los 3 y los 5 años. Según Martínez Cáceres, Dixon Emmanuel, citado por Castrillón y Malaver, un tallo con esta edad se reconoce porque tiene ausencia de hoja caulinar, hay presencia de follaje y sobre el tallo hay presencia de manchas de algas en gran cantidad.

Según Castrillón y Malaver, el corte en la guadua debe realizarse después del primer canuto o tabique, completo que sale de la tierra, es decir, a una altura aproximada de 15 a 30 centímetros sobre el nivel del suelo. El corte debe hacerse sobre el nudo, con el fin de evitar la acumulación de agua dentro del tallo y la posterior pudrición que podría afectar al rizoma.



Figura 8. EDADES DE LA GUADUA PARA CORTE. FUENTE: http://bambusa.es/bambu_caracteristicas/bambu-guadua/

Curado y Secado.

El curado tiene por objetivo reducir o descomponer el contenido de almidón y la humedad presente en los tallos de la guadua para así conseguir que éstos sean más duraderos y menos propensos al ataque de insectos y hongos.

Existen varios métodos de curado, dentro de los cuales explicaremos los siguientes:

- Curado en el guadual.

Es el procedimiento más utilizado y recomendado por su bajo o ningún costo ya que es un proceso natural. Este método consiste en cortar el tallo (se deja con ramas y hojas) e inmediatamente dejarlo apoyado a otros bambúes vivos lo más vertical posible, y sobre una piedra, plástico o sobre la punta de otro rizoma que lo separe del suelo, para evitar que absorba la humedad del suelo y para que las hojas sigan transpirando, haciendo que el secado sea gradual y de adentro hacia fuera. En esta posición el tallo cortado se deja por un tiempo no menor de 4 semanas, luego se cortan sus ramas y hojas y se deja secar dentro de un área cubierta bien ventilada. Este método ha sido hasta ahora el más recomendable, pues los tallos no se manchan, conservan su color, no se rajan y no son atacados por insectos y hongos.

- Curado por inmersión en agua.

Este método consiste básicamente en sumergir los tallos recién cortados en agua por un periodo no superior a cuatro semanas. Posteriormente se sacan y se dejan secar. Este método a pesar de ser muy utilizado es poco efectivo, los tallos se manchan y si permanecen mayor tiempo del requerido en el agua pierden resistencia y se vuelven quebradizos.

- Curado con calor.

Se realiza colocando horizontalmente los tallos de guadua sobre brasas a una distancia apropiada para que las llamas no las quemen, girándolas constantemente. Es un proceso efectivo, pero de mucho cuidado con la distribución del calor, ya que se pueden producir esfuerzos diferenciales del interior al exterior lo cual causa agrietamientos y fisuras en el tallo además, se puede quemar.

- Curado con humo.

El método consiste en ahumar los tallos de guadua con la ayuda de una hoguera hasta que queden cubiertas exteriormente de hollín, con el objetivo de que alcancen una humedad del 10%.

Tratamientos químicos para preservar la guadua.

Para preservar la guadua y evitar el ataque de insectos y hongos, ésta se trata con productos químicos insecticidas y fungicidas. Se identifican dos grupos, uno llamado el de los Oleo solubles, como la creosota alquitranada, aceite de antraceno y soluciones de cerosota. El otro el de los Hidrosolubles, los cuales son sales disueltas en agua y dentro de los cuales se encuentran el cloruro de zinc, el bicromato de sodio, el bórax y el ácido bórico.

Para llevar a cabo estos tratamientos existen los siguientes métodos:

- Método de la transpiración de las hojas.

Una vez que se realiza el corte, aprovechando el método del curado en el gradual, se coloca el tallo en posición vertical y se cambia la piedra por un recipiente que contenga un preservativo (5% de DDT y talco), en el cual se deja sumergido un extremo del tallo, dicho preservativo es absorbido hacia arriba por la transpiración de las hojas; se mantiene durante el tiempo de curado.

- Por inmersión.

Como su nombre lo indica, se sumergen los tallos cortados por un tiempo mayor a 12 horas, en un tanque con una solución que contenga los productos químicos preservativos a ser utilizados en el tratamiento. Para que la guadua quede totalmente cubierta con el preservativo, se colocan piedras grandes en los extremos para que permanezca sumergida.

- Método Boucherie simple (por gravedad).

Consiste en llenar el entrenudo superior con preservante dejando el tallo en posición vertical hasta que el químico baje a lo largo de las paredes, ya que por acción de la gravedad empuja y desplaza la sabia ocupando su lugar. También uno de los extremos puede conectarse a un tubo de caucho que conduce el preservativo de un tanque ubicado a una altura mayor, hacia el tallo de la guadua. Es un método que puede demorarse varios días de acuerdo con las dimensiones del tallo, por lo cual es poco usado a escala comercial.

- Método Boucherie modificado (por presión).

Es similar al método simple, se diferencia porque el tanque trabaja a presión. Este método es mucho más rápido (se requieren pocas horas para culminar el proceso) y efectivo, pues hay una mayor penetración y absorción del preservativo; además se pueden tratar varias guaduas al tiempo.

- También se puede aplicar los productos químicos de forma externa con una brocha, pero no es muy recomendado, ya que no se logra una adecuada penetración hacia el interior del tallo. Por otro lado, puede ser fácilmente lavable por la lluvia, si la guadua queda a la intemperie.

2.3 Bahareque Encementado

Es un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua o madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, clavada en esterilla de guadua que, a su vez, se clava sobre el esqueleto del muro.¹¹ El bahareque encementado es un sistema constituido por dos partes principales: el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto.

El entramado está constituido por dos soleras o elementos horizontales, inferiores y superiores, y pie-derechos o elementos verticales, conectados entre sí con clavos o tornillos. El marco del entramado, es decir las soleras y el pie-derechos exteriores, pueden construirse con guadua o con madera aserrada. El resto del entramado se construye con guadua. Puede contener diagonales. (NSR- 10. Título E, 2010).

El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, tal como se especifica en E.7.4.5. La malla debe estar clavada sobre esterilla de guadua, o sobre

¹¹ NSR- 10. Título E. Casas de uno y dos pisos. Capítulo E-7. Bahareque Encementado. Pág. 23.

un entablado. La esterilla debe ir anclada a los pié-derechos mediante clavos y alambre dulce trenzado entre los clavos. (NSR- 10. Título E, 2010).

Composición de Muros

- ❖ Los muros de bahareque encementado deben componerse de un entramado de guaduas o de guaduas y madera, constituido por elementos horizontales llamados soleras (la solera superior también se llama carrera), elementos verticales llamados pie-derechos y recubrimiento de mortero de cemento. Las guaduas no deben tener un diámetro inferior a 80 mm. El espaciamiento horizontal entre pié-derechos no debe ser inferior a 300 mm ni superior a 600 mm, entre ejes.
- ❖ El recubrimiento de mortero debe aplicarse sobre una malla de alambre delgado (diámetro no superior a 1,25 mm), que a su vez se clava sobre esterilla de guadua, de acuerdo con lo especificado en E.7.4.5. (NSR-10)
- ❖ La sección de las soleras tendrá un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas como pie-derechos y una altura no menor de 100 mm. Es preferible construir las soleras, inferior y superior de cada muro en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.
- ❖ Los muros de bahareque encementado podrán tener recubrimiento por ambos lados. Si no es posible, la longitud efectiva del muro con recubrimiento por un solo lado debe considerarse como la mitad de su longitud total real, para efectos de los requerimientos especificados en E.7.8.1 y E.7.8.2.¹²

2.4 Esfuerzo de compresión paralela a la fibra

Estudios realizados por diferentes universidades, centros de investigación e institutos, han determinado que la variabilidad de la resistencia a la compresión paralela a la fibra depende de las características intrínsecas del material, en donde interviene específicamente la procedencia y el tipo de desarrollo.

La Universidad Surcolombiana adelantó un estudio a la Guadua, los autores del proyecto Wilson Erazo y Andres Capera en su trabajo de grado titulado **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA Y DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA DEL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA**, comprueban que el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra de la guadua es superior al publicado en la NSR-2010 Título G.

Otro trabajo de grado titulado **ESFUERZO MÁXIMO DE TENSIÓN PARALELA A LA FIBRA Y DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA GUADUA**

¹² NSR- 10. Título E. Casas de uno y dos pisos. Capítulo E-7. Bahareque Encementado. Pág. 25.

ANGUSTIFOLIA DEL MUNICIPIO DE PITALITO-HUILA de los ingenieros Jairo Francisco Olarte Florez y Jhon Edinson Alarcón Gutierrez de la Universidad Surcolombiana y codirigida por los ingenieros CAORI TAKEUCHI, MAURICIO DUARTE TORO, la cual coinciden en la procedencia y tipo de desarrollo de la guadua angustifolia.

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación General y sus Características

Por tratarse de un diseño general, para el procesamiento del café, el área de estudio comprende las fincas en promedio de 1 a 3 has, entre 1400 a 1900 msnm, dado que estas son las especificaciones para pequeños y medianos productores que determina la FNC, las cuales se ubican sobre las márgenes de las cordilleras central y oriental, del departamento del Huila, con climas entre los 18 a 24 C°.

Los caficultores en general para llevar a cabo esta propuesta, reemplazarían los ya existentes beneficiaderos en mal estado, de los cuales algunos están mal ubicados o con limitaciones que presenta el terreno de alta pendiente. Siendo el caso se recomienda realizar las actividades previas de descapote y nivelación, localización y replanteo y excavación manual.

3.2 Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico tiene como objeto satisfacer las demandas por espacios habitables, tanto en lo estético, como en lo tecnológico¹³, y los espacios destinados al procesamiento y transformación de materia, donde el personal de trabajo y equipos utilizados juegan un papel importante. En esta escala del diseño intervienen factores como los geométricos-espaciales; higiénico-constructivo y estético-formales¹⁴.

Las áreas que componen un beneficiadero son: el área de recibo, el área de tolva, de la despulpadora (o modelo BELCOLSUB), de fermentación y lavado, el tanque escurridor, el área de tratamiento de subproductos líquidos (aguas mieles) y sólidos (la fosa, el tanque desnatador, el tanque filtro) el área de secado, y el área de almacenamiento; todo esto le permite al caficultor llevar a cabo la primera parte del procesamiento del grano.

El diseño arquitectónico de un beneficiadero está determinado por la cantidad de café cosechado en el día pico que es el día de mayor volumen de recolección de café cereza de la cosecha y se representa en porcentaje con relación al volumen total de la misma¹⁵. Además se debe tener en cuenta si el proceso de beneficio es tradicional con albercas de lavado o se implementará un modelo BECOLSUB (Desmucilagador mecánico); las dimensiones y la distribución de estos equipos nos generarán un área de óptimo trabajo, además el número de operarios que pueden llegar a variar desde 3 a 5, y los tiempos de procesamiento y almacenamiento del café ya cosechado.

¹³ Tomado de <http://www.arquitecturatecnica.net/diseño/diseño-arquitectonico.php>

¹⁴ Tomado de http://www.ecured.cu/index.php/Dise%C3%B1o_arquitect%C3%B3nico

¹⁵ CASTAÑO, Andrés y SUAREZ Sergio, Cartilla Técnica Para El Dimensionamiento De Beneficiaderos De Café Y Sistemas De Secado. CALDAS ANTIOQUIA 2010. Trabajo De Grado Corporación Universitaria Lasallista

Para cumplir estos volúmenes de procesamiento, debemos transformarlos en áreas de trabajo, y kilogramos actuantes, sumar el personal promedio de trabajadores, la iluminación y el control de humedad y temperatura.

Existe otro factor a tener en cuenta, lastimosamente en los diseños tradicionales agregan un factor de seguridad, pero no sobre los materiales, sino sobre los robos a sus instalaciones, por lo tanto, el diseño deberá presentar la mínima seguridad para evitar la pérdida de maquinaria y el producto cosechado.

Como es función primordial de todo edificio contrarrestar al menos algunas de las principales desventajas del clima donde se sitúa, debería ser posible filtrar, absorber o repeler los elementos climáticos o de otro tipo, según su efecto fuese nocivo o beneficioso para el bienestar de sus habitantes o usuarios.¹⁶

La temperatura más agradable para el hombre en reposo está comprendida entre 18° y 20° C., según la clase de trabajo. El hombre puede compararse con una estufa cuyo combustible es el alimento y que produce un kilogramo de peso propio, unas 1,5 kcal.¹⁷

“La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo, tales como el anhídrido carbónico, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros contaminantes.

Aunque es posible diseñar y construir los circuitos de ventilación y climatización de un local de forma que sean independientes, en la mayoría de casos se aprovecha el mismo circuito, previendo una entrada de aire exterior que se mezcla con el aire de retorno antes de entrar en la unidad de acondicionamiento. En estos casos, hay que tomar medidas adecuadas para garantizar las tasas de renovación de aire del local adecuadas en función de la ocupación o uso del mismo.”¹⁸

La orientación de un edificio viene determinada por factores climáticos como el viento y la radiación solar, que incide en sus distintas fachadas a distintas horas. Se sabe sin embargo que la radiación y la temperatura actúan conjuntamente para producir la sensación de calor que experimenta el cuerpo o una superficie, expresándose como la temperatura sol-aire, la cual se compone de aire exterior, la radiación solar absorbida por el cuerpo o superficie y el intercambio de calor por medio de radiaciones con el medio.

3.3 Diseño Estructural

El diseño estructural tiene como propósito equilibrar las fuerzas a las que va estar sometido y resistir los requerimientos sin colapso, mal comportamiento o excesivas deformaciones, este se compone de los siguientes elementos: la estructuración, el análisis, el diseño y el dibujo.

¹⁶ KONJA, Allan. Diseño Climas Cálidos. Madrid: 1 ed. 1981 págs. 153

¹⁷ NEUFERT, E. El arte de proyectar en la arquitectura. Barcelona: 2ed. 1969 págs. 24

¹⁸ (N. A.) Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. España: 1 ed. 1997. Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria. IT.IC.02: Exigencias ambientales y de confortabilidad. Págs. 1.

Es un proceso creativo mediante el cual se le da forma a un sistema estructural para que cumpla una función determinada, con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio tenga un comportamiento adecuado. Es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto global; las limitaciones globales en cuanto al costo y tiempo de ejecución así como de satisfacer determinadas exigencias estéticas¹⁹.

En el beneficiadero debemos tener en cuenta los operarios y los volúmenes de café a beneficiar en su conjunto serán nuestra cargas vivas mas el peso propio de la estructura de GUADUA que será nuestra carga muerta. Las condiciones topográficas y las afectación del viento a las cuales estará sometido la estructura.

Después de realizar los cálculos estructurales, se realizan los planos de los componentes y generales, estos mostraran finalmente los resultados de diseño y la dimensión final de los elementos.

Inicialmente se determinara la forma de la cubierta, el peso propio de esta, las cargas vivas y muertas en nuestra segunda planta, continua, con los cálculos para nuestra planta baja, y el tipo de zapata a utilizar, además de propone desarrollar muros en bahareque en cementado, pisos en cemento, barandas en guadua y escalera utilizando el mismo material.

Además de elaboraran planos arquitectónico y estructurales se elaboraran plano eléctrico, sanitarios y hidráulicos, que permitan un adecuado funcionamiento.

3.4 Presupuesto

Para establecer la viabilidad económica se desarrollara un presupuesto, el cual permita comparar con proyectos tradicionales elaborados en concreto, pero la comparación solo se tendrá en cuanta la parte estructural. Se elabora un análisis de precios unitario, además se hará un estudio económico de los costos a corto mediana y largo plazo, el mantenimiento y la duración que pueda tener la construcción, en comparación con el modelo tradicional.

El diseño propone la utilización del modelo BELCOLSUB, que en comparación con el modelo tradicional es muy costoso, se buscara que el costo total de la obra, permita compensar la utilización del modelo propuesto, aunque también podrán continuar con el proceso de despulpado tradicional con albercas de lavado siempre y cuando posean un sistema de tratamiento de agua, para dicho sistema se presenta el SMAT 300 como un mecanismo que el CENICAFÉ viene implementando en la región para que el beneficio del café se mantenga en estándares de calidad y cuidado del medio ambiente.

¹⁹ Tomado de <http://www.inesa-adiestramiento.com/documents/01-introduccion%20al%20diseno%20estructural.pdf>

3.5 Manual Didáctico de Construcción

Por último se hará una propuesta didáctica que contara con un manual en el cual los caficultores podrán seguir paso a paso para que ellos mismos lleven a cabo la construcción. Esta cartilla espera ser de gran ayuda para generar un clima de confianza en la utilización de la guadua, permitiendo que desde el corte, el curado y la parte constructiva se desarrollen con facilidad.

4. RESULTADOS

Los pequeños y medianos caficultores se estima que cuentan con un área máxima de café en producción de 3 has, para dicha producción la cantidad de café cereza en día pico.²⁰ De acuerdo con la FNC el volumen de café cereza cosechado en un día pico para una finca en promedio de 3 has es de 800 kg aproximadamente, el volumen de tolva para procesar este café deberá ser de 1300 litros²¹, para dicha cantica de café cereza se necesita un maquina despulpadora de tres chorro, y una alberca de lavado o recibo de de 1000 a 1500 litros, además se necesita un área por fuera de la caseta de beneficio para el tratamiento de las aguas y los residuos del despulpado del café.

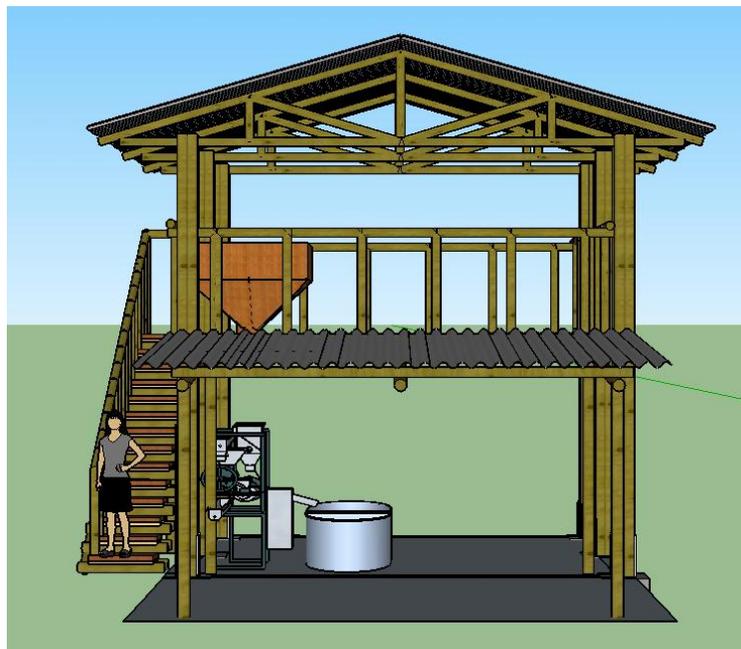


Figura 9.VISTA DISEÑO ARQUITECTONICO

4.1 Resultado del Diseño Arquitectónico

El beneficiadero tendrá con un área de 25 m^2 , totalmente cuadrado con lados de 5 metros, poseerá dos plantas, la cubierta y una escalera adyacente. (Ver Figura 9 y 10).

²⁰ LEIVA, Dory del Pilar y MARIN, María del Carmen. Beneficiadero Tipo Bajo El Enfoque De Producción Más Limpia En El Proyecto San Rafael En Los Municipios De Gigante Y La Plata. Neiva 2006. Trabajo de grado (Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de ingeniería.

²¹ LEIVA, Dory del pilar y MARIN María del Carmen, Beneficiadero Tipo Bajo El Enfoco De Producción Mas Limpiasen El Proyecto San Rafael En El Municipio De la Plata Neiva 2006. Trabajo de grado (Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de ingeniería.



Figura 10.VISTA FRONTAL DISEÑO ARQUITECTONICO

La cubierta: la armadura de la cubierta está diseñada a dos aguas, totalmente en guadua de dos diámetros, para los elementos principales de 12 cm de diámetro y para los elementos secundarios de 10 cm, la altura de la armadura es de 1.00 m y de largo de 6.00 m. La cubierta utilizara tejas de zinc de 3.60 m de largo por 0.80 cm de ancho. Con uniones pernadas. (Ver Figura 11).

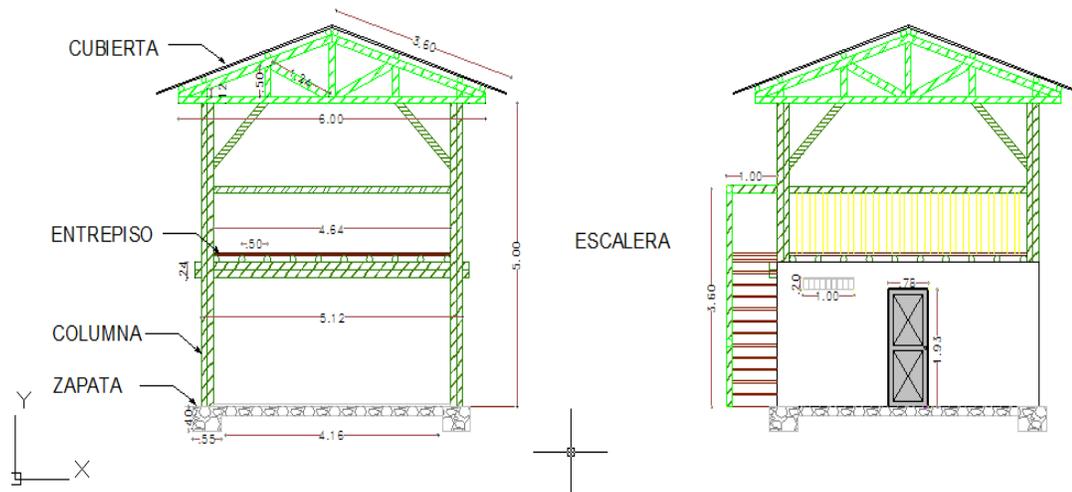


Figura 11.VISTA FRONTAL DEL BENEFICIADERO

La segunda planta contará con un área de la tolva de 2 m^2 construida en madera, contará con seis (6) columnas en guadua, sin muros y con una baranda alrededor de altura de 1.00 m también en guadua. Para las vigas se utilizara guadua, para el piso se utilizara tablas madera, con uniones pernadas.(ver figura 12).

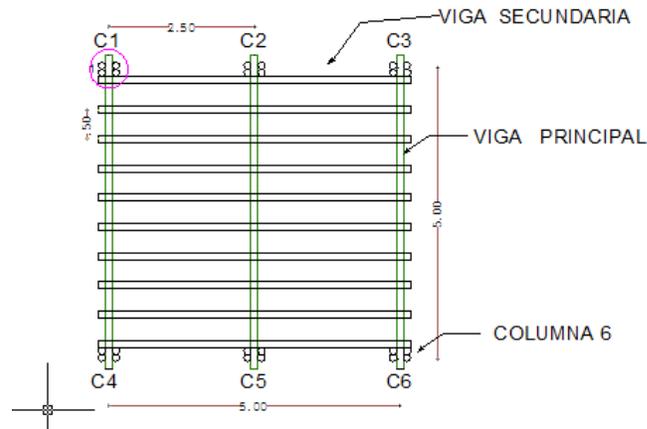


Figura 12.VISTA EN PLANTA SEGUNDO PISO.

La planta baja se ubicara la despulpadora con el modelo BECOLSUB, el taque de lavado y o recibo del grano. Llevara 6 columnas en guadua, muros en bareque en cementado, piso en cemento, rejillas de ventilación y puerta en metal. Todo con uniones pernadas.

Además de recomienda la elaboración de una andén alrededor de la caseta de beneficio, la escalera adyacente se propone en guadua, pero se recomienda utilizar la pendiente del terreno para solo utilizar una rampa de acceso con su respectiva baranda.

La caseta de beneficio tendrá conexiones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, que permitan el lavado del área, maquinaria, y el producto; los desagües de los subproductos, y la respectiva iluminación de trabajo.

La propuesta de beneficiadero se diseño para que trabajen perfectamente 5 trabajadores en la planta baja además se podrán instalar tanto el modelo BECOLSUB como una despulpadora tradicional con sus 2 a 3 albercas de lavado.

El diseño pretende prestar las condiciones de seguridad y de doble propósito para el almacenamiento del producto cosechado, el cual no podrá sobrepasar una área de 1.5 m^2 , si se considera bultos de café de 50 kilogramos, se podrán almacenar hasta 15 bultos aproximadamente, la cual a su vez depende de la forma en que se ubiquen.

4.1.1 Iluminación Requerida

El cálculo de la iluminación requerida para la primera planta se desarrollara siguiendo la guía técnica del ICONTEC GT-08 “Principios de Ergonomía Visual, Iluminación para ambientes de Trabajo en Espacios Cerrados”. y siguiendo Guía para El Diseño de Instalaciones de Iluminación Interior Utilizando Dialux²²

El espacio a iluminar es de forma cuadrada, en al cual se ubicaran una maquina (despulpadora o desmusilaginador mecánico), además una alberca de lavado. La iluminación se realizara de forma general para todo el recinto.

Dimensiones: Altura: 2.5 m, ancho: 5 m, longitud: 5 m
Área de trabajo = 25 m^2
Color de paredes y techo: Gris claro
Color del piso: Gris oscuro
Plano o altura de trabajo: 0,85 m (ya que se trabajara de pie)²³.

Para la realización del piso se propone un solado de cemento y de las paredes en bareque encementado esto nos arrojaran los colores. Basados en lo anterior se ubican los colores gris claro y oscuro en la Tabla 1. , de esta manera las reflectancias efectivas quedan establecidas de la siguiente manera:

Reflectancia paredes y techo: 73%
Reflectancia piso: 25%.

²² RODRIGUEZ, Julian Andres y LLANO, Cristian Alejandro. Guía para El Diseño de Instalaciones de Iluminación Interior Utilizando Dialux. Pereira 2012. Trabajo de Grado (Tecnólogo en electricidad) Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología.

²³ RETILAP.

Tabla 1. Reflectancias efectivas para ciertos colores y texturas (valores en %). FUENTE: RETILAP.

TONO	COLOR		SUPERFICIES		ACABADOS DE CONSTRUCCION	
Muy claro	Blanco nuevo	88	Maple	43	Cantera clara	18
	Blanco viejo	76	Nogal	16	Cemento	27
	Azul crema	76	Caoba	12	Concreto	40
	Crema	81	Pino	48	Mármol blanco	45
	Azul	65	Madera clara	30-50	Vegetación	25
	Miel	76	Madera oscura	10-25	Asfalto limpio	7
	Gris	83			Adoquín de roca	17
	Azul verde	72			Grava	13
Claro	Crema	79	ACABADOS METALICOS		Ladrillo claro	30-50
	Azul	55			Ladrillo oscuro	15-25
	Miel	70				
	Gris	73				
Mediano	Azul verde	54	Blanco polarizado	80		
	Amarillo	65	Aluminio pulido	75		
	Miel	63	Aluminio mate	75		
	gris	61	Aluminio claro	63		
Oscuro	Azul	8				
	Amarillo	50				
	Café	10				
	Gris	25				
	Verde	7				
	Negro	3				

Luego de conocer las dimensiones y la labor a realizar en el recinto, se debe especificar el nivel de iluminancia media requerida según la norma INCONTEC como lo muestra la Tabla 2. en la cual ubicamos el tipo o actividad que coincida, en este caso es *Tareas con requisitos visuales simples*. y con esto establecemos la iluminancia media en 300 lux.

Tabla 2. NIVELES RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA. FUENTE: INCONTEC.

TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1.000
Tareas con requisitos visuales difíciles	700	1.000	1.500
Tareas con requisitos visuales especiales	1.000	1.500	2.000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2.000		

Para este recinto utilizaremos bombillos fluorescentes más accesibles al calcificador de 20 W y 1200 lm, y eficacia de 60 lm/W.(Ver Figura 12).



Figura 13.BOMBILLO SELECCIONADO.FUENTE: Homocentro

Ahora calculamos el índice de cavidad del local K , para ello identificamos las dimensiones en la siguiente figura, con estas calculamos hm que es la altura de la cavidad en metros. Ver figura 13.

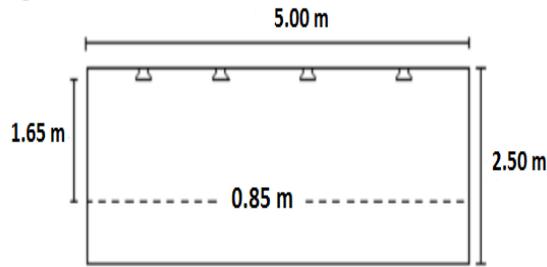


Figura 14.DIEMNSIONES INTERIOR BENFICIADERO

$$hm = h - (PT + PML)$$

hm : Altura de la cavidad del local [m]
 h : Altura del local [m]
 PT : Plano de trabajo [m]
 PML : Plano de montaje de luminarias [m].

$$hm = 2.5 - (0.85 + 0) = 1.65 \text{ m}$$

con esto calculamos K :

$$K = \frac{5 \times hm \times (l + a)}{l \times a}$$

$$K = \frac{5 \times 1.65 \text{ m} \times (5 + 5)}{5 \times 5} = 3.3$$

Se realiza la aproximación $K = 3$. Teniendo el índice de la cavidad del local y las reflectancias efectivas de cada superficie, se procede a determinar el coeficiente o factor de utilización por medio de las hojas de datos entregadas por los fabricantes. Para determinar el CU se deben interpolar los valores de las reflectancias hallados anteriormente, en la Tabla 3

entregada por el fabricante ELECTROCONTROL. Primero se ubica la del techo en el valor de 70, pues 73 no está disponible, luego de manera similar se ubica la de las paredes en 50 debido a que es el número máximo de reflectancia disponible.

Tabla 3. COEFICIENTES DE UTILIZACION DE ELECTROCONTROL. FUENTE: RETILAP

TIPO DE LUMINARIA	REFLECTANCIAS EFECTIVAS												
	TECHO	80			70			50			30		
	PARED	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION											
REFLECTOR DE ALUMINIO DIFUSO CON PANTALLA	1	0,85	0,82	0,80	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,72	0,69	0,68	0,66
	2	0,76	0,72	0,68	0,74	0,70	0,66	0,68	0,65	0,62	0,63	0,61	0,58
	3	0,69	0,63	0,59	0,66	0,61	0,57	0,62	0,58	0,54	0,57	0,54	0,51
	4	0,62	0,56	0,51	0,60	0,56	0,50	0,56	0,51	0,47	0,52	0,48	0,45
	5	0,55	0,49	0,44	0,53	0,48	0,43	0,50	0,45	0,41	0,47	0,43	0,39
	6	0,50	0,43	0,39	0,48	0,42	0,38	0,45	0,40	0,36	0,42	0,38	0,35
	7	0,45	0,38	0,34	0,43	0,37	0,33	0,41	0,36	0,32	0,38	0,34	0,30
	8	0,40	0,34	0,29	0,39	0,33	0,29	0,37	0,31	0,28	0,34	0,30	0,26
	9	0,36	0,30	0,25	0,35	0,29	0,25	0,33	0,28	0,24	0,31	0,26	0,23
	10	0,33	0,26	0,22	0,32	0,26	0,22	0,30	0,25	0,21	0,28	0,23	0,20

Ubicando el valor K en 3 se encuentra que CU = 0.66

Ahora calculamos Factor de Mantenimiento, para calcular FM se utilizarán los valores sugeridos por la CIE de la Tabla 4 ya que para utilizar la Ecuación 3 se deben obtener datos especiales de la lámpara los cuales solo se incluyen junto con su compra. Para calcular entonces el FM se asumirá que es un local de limpieza normal y que cuenta con un ciclo anual de mantenimiento. Sabiendo entonces que el tipo de luminaria escogida es del tipo abierta, el factor de mantenimiento quedará establecido en 0,89.

Tabla 4. VALORES DE FM SUGERIDOS POR LA CIE. FUENTE: RETILAP.

Frecuencia de limpieza.(años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales.								
Luminarias abiertas.	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierta.	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada.	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflectors cerrados.	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminarias a prueba de polvo.	0,98	0,94	0,90	0,86	0,95	0,91	0,86	0,81
Luminarias con emision indirecta.	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

Flujo luminoso total requerido (ϕ_{tot}). Teniendo ya definidos los valores de CU, FM y E medio se procede a calcular el flujo luminoso total requerido (ϕ_{tot}) mediante la siguiente ecuación:

$$\phi_{tot} = \frac{E_{medio} \times A}{CU \times FM}$$

φ_{tot} : Flujo luminoso total requerido [lm]
 E medio: Iluminancia media requerida [lx]
 A: Área del local [m²]
 CU: Coeficiente de utilización
 FM: Factor de mantenimiento

$$\varphi_{tot} = \frac{300 \times (5 \times 5)}{0.66 \times 0.89} = 12768.13 \text{ lm}$$

Por último calculamos el número de luminarias requeridas con la ecuación:

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_n \times n}$$

Donde:
 N: Número de luminarias requeridas
 n: Número de bombillas por luminaria
 Φ_{tot} : Flujo luminoso total o requerido[lm]
 Φ : Flujo luminoso por bombilla[lm]

$$N = \frac{12768.130}{1200} = 10.6 \text{ luminarias}$$

Este número de luminarias se reduce a la mitad si utilizamos una iluminancia media de 150 por considerarla trabajo ocasional, además si consideramos la luz natural por medio de claraboyas en los muros podríamos iluminar perfectamente el área de trabajo con 4 a 5 bombillos aproximadamente.

4.1.2 Diseño de Muros

Con base al manual del bahareque elaborado por la Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS), el espesor de los muros estructurales cubiertos por ambos lados, se calcula de acuerdo al diámetro promedio de la guadua que lo conforma mas el espesor de los recubrimientos de cada lado, constituidos por la esterilla, la malla de alambre y la primer capa de mortero en la que se envuelve la malla, antes de la capa de acabado.

Ancho de Muro = Diámetro de Guadua + Ancho de Esterilla + (Espesor malla de alambre + Capa de mortero)

Ancho de Muro = 12 cm + 1 cm + 2 cm

Ancho de Muro = 15 cm

4.1.3 Uniones en Guadua

En base al Manual del Bahareque de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) se hace necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse un taladro de alta

velocidad y evitar impactos. Además todos los cañutos que estén atravesados por pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento. Este mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del cañuto.

Puede prepararse este mortero de relleno, por volumen, utilizando una relación de 1 a 0,5 entre el cemento y agua y sin exceder la relación 4 a 1 entre el agregado fino y el cemento. La introducción del mortero se debe hacer con un embudo y una bomba casera. (Ver Figura 15).

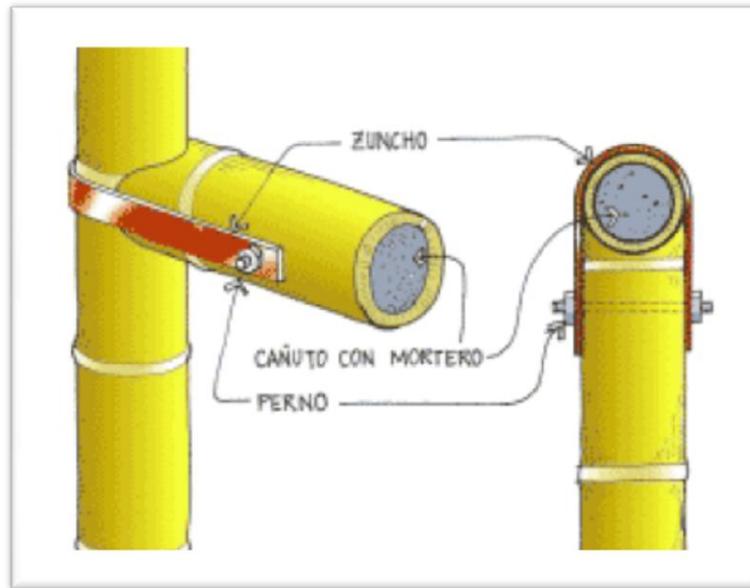


Figura 15. Uniones. FUENTE: Manual de Construcción Sismo Resistente de Viviendas en Bareque Encementado.

4.2 . Resultado del Diseño Estructural

A la hora de realizar el cálculo de elementos estructurales debemos remitirnos al literal G.12.6 BASES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL del título G de la NSR-10 el cual nos ilustra de los requisitos a tener en cuenta para diseñar y construir la estructura y el literal G.12.7 METODO DE DISEÑO ESTRUCTURAL que reglamenta que todos los elementos deben ser diseñados por el método de los esfuerzos admisibles. La siguiente tabla muestra los esfuerzos admisibles según el código NSR-10 TITULO G modificados teniendo en cuenta factores como temperatura, humedad, y duración.

Tabla 5.Esfuerzos admisibles modificados por los diferentes coeficientes de corrección, por temperatura, humedad y duración. FUENTE: PROPIA

Tipo de esfuerzo	Esfuerzos Admisibles F_i (MPa) CH=12%	Coefficiente de modificación (C_D, C_m, C_t, C_r)	Esfuerzo corregidos
Flexión	15	$15 \times 1 \times 0,83 \times 1 \times 1,1$	13.7 Mpa
Tracción	18	$18 \times 1 \times 0,89 \times 1 \times 1,1$	17.6 Mpa
Compresión II	14	$14 \times 1 \times 0,83 \times 1 \times 1,1$	12.8 Mpa
Compresión T	1.4	$1,4 \times 0,9 \times 0,89 \times 1 \times 1,1$	1.23 Mpa
Corte	1.2	$1,2 \times 1 \times 0,89 \times 1 \times 1,1$	1.17 Mpa
Modulo de elasticidad	7500	$7500 \times 0,93 \times 1 \times 1,1$	7672.5 Mpa

4.2.1. Cálculo de Cubierta.

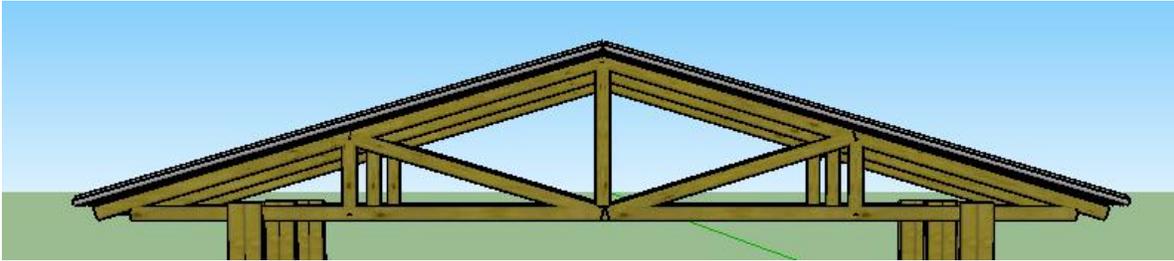


Figura 16.VISTA CUBIERTA.FUENTE: PROPIA

La cubierta diseñada es a dos aguas, (Ver Figura 16) las cuales cubren un área de 6.15m x 6 m, con tejas de 6.6 m de largo. Para desarrollar los cálculos solo tendremos en cuenta la mitad de esta por simetría. El diseño propone tres armaduras dos en los extremos y una en el centro, esta última con la mayor área aferente de 9m².

- **Cargas Vivas**

Según la NSR 10 TITULO B Tabla b.4.2.1-2 Cargas Vivas Mínimas En Cubiertas que tomamos a 0.35 KN/m² corresponde a cubierta inclinada con más del 15 % de inclinación, la multiplicamos por el área afrente de la mayor sección de cubierta así:

$$0,35 \text{ KN/m}^2 \times 9\text{m}^2 = 3.15 \text{ KN}$$

- **Cargas Muertas :**

Masa específica de la guadua por Volumen guadua

$$: 800 \text{ Kg/m}^3 \times 0.0573 \text{ m}^3 = 45.85 \text{ Kg} \rightarrow 0.46 \text{ KN}$$

Peso teja ondulada de zinc : $1,78 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow 0,0178 \text{ KN/m}^2 \times 9 \text{ m}^2 = 0.16 \text{ KN}$

Carga de viento²⁴ $\rightarrow 0,40 \text{ KN/m}^2 \times 9 \text{ m}^2 = 3.6 \text{ KN}$

Carga muerta total: $\Sigma(3.6 \text{ KN} + 0.46 \text{ KN} + 0.16 \text{ KN}) = 4.22 \text{ KN}$

$$\mathbf{P = 3.15 \text{ KN} + 4.22 \text{ KN} = 7.37\text{KN} \approx 7.4 \text{ KN}}$$

²⁴ NSR-10. TITULO B-CARGAS. CAPÍTULO B.6 FUERZA DE VIENTO.LIETREAL B.6.1.3 CARGA DE VIENTO DE DISEÑO MÍNIMA.SUBLITERAL B.6.1.3.1 Sistema Principal Resistente a Cargas de Viento (SPRFV).

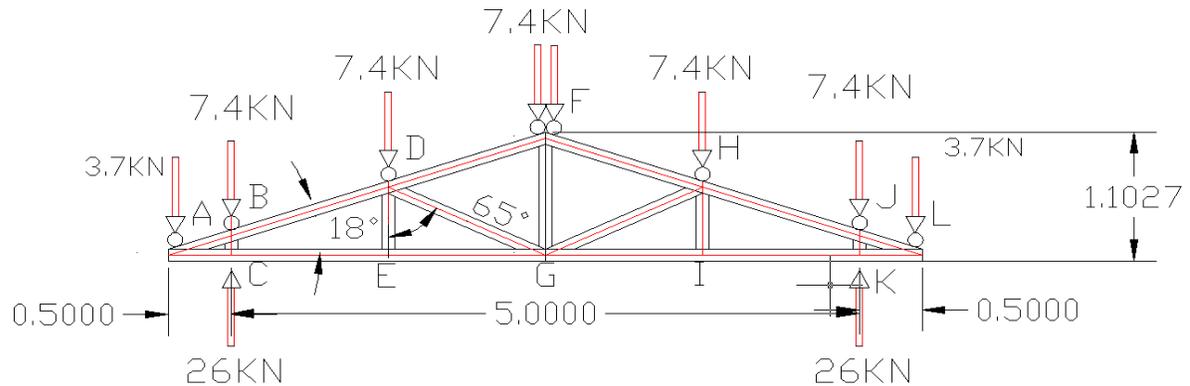


Figura 17. FUERZAS EXTERNAS SOBRE LA CERCHA PRINCIPAL

En los nodos B, D, F, H y J $P = 7.4 \text{ KN}$. En los nodos A y L utilizaremos $0.5P$ y en las reacciones serán la sumatoria de la mitad de los nodos $(7.4 \text{ KN} + 7.4 \text{ KN} + 7.4 \text{ KN} + 3.7 \text{ KN}) = 26 \text{ KN}$. Ver figura 17.

Con los dimensiones generales de la cercha (largo 6 m y alto 1.14 m) se determinan los longitudes de los elementos internos, los ángulos y el número de nodos a calcular, ya que esta armadura es simétrica solo se deberá calcular la mitad de la sección. De acuerdo con esto se obtienen los esfuerzos de cada elemento por el método de nodos. Ver figura 18.

- Nudo A

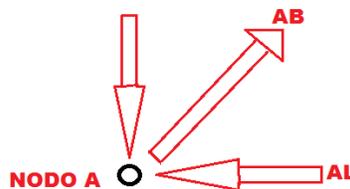


Figura 18. FUERZAS EXTERNAS EN EL NODO A. FUENTE: PROPIO

$$\sum Fy = 0 \rightarrow -3.7 \text{ KN} + AB \text{ sen}18^\circ = 0$$

$$AB = \frac{F\downarrow}{\text{sen}\theta} = \frac{3.7 \text{ KN}}{\text{sen}18} = 12 \text{ KN} \quad \mathbf{AB = 12 \text{ KN}}$$

$$\sum Fx = 0 \rightarrow -AC + AB * \text{cos}18^\circ = 0$$

$$AC = 12 * \text{cos}18^\circ = 11.4 \text{ KN} \quad \mathbf{AC = 11.4 \text{ KN}}$$

Después de obtener los esfuerzos de los demás elementos calculados en los nudos B, C, D, E, F, deducimos por simetría los elementos restantes, finalmente el mayor esfuerzo lo comparamos con los esfuerzos corregidos de la Tabla 5 con los resultados fuerzas internas de la Tabla 6.

Tabla 6 RESULTADOS FUERZAS INTERNAS CERCHA

ELEMENTO	KN
AB = JL	12 T
AC=LK	11.4 C
BC=JK	26 C
BD=JH	33.6 C
BE=JI	48.1T
CE=KI	11.4 T
DE=HI	5 T
DG=HG	3.7T
EG=IG	36.4 C
DF=HF	37.1 C
FG	30.3 T

Una vez obtenida el esfuerzo sobre los elementos se procede a realizar el cálculo de momentos para establecer que la estructura se encuentre dentro de los esfuerzos admisibles.

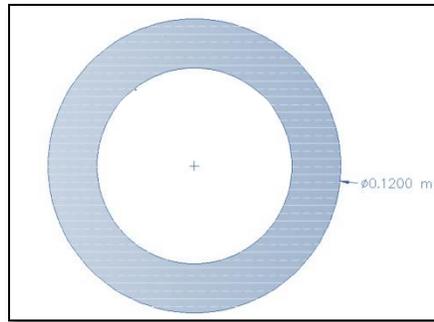


Figura 19. DIAMETRO DE LA GUADUA

Hay que determinar el área, para una guadua de 12 cm de diámetro y 1 cm de espesor. Ver figura 19.

$$A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} \times (120^2 - 80^2) = 6283.19 \text{ mm}^2$$

- **Comparación de esfuerzos a tensión:**

$$\text{Esfuerzo a tensión: } \frac{48100N}{6283.19 \text{ mm}^2} = 7.65 \text{ Mpa}$$

La guadua soporta 17.6 Mpa según la NSR-10 Titulo G.

Comparación esfuerzo a tensión: = 7.65 Mpa < 17.6 Mpa OK

Como la guadua soporta un momento de 17.6 Mpa m la sección se encuentra dentro de la solitud y permite establecer que soportará la carga.

- **Comparación de esfuerzos a compresión:**

$$\text{Esfuerzo a compresión: } \frac{37100N}{6283.19 \text{ mm}^2} = 5.90 \text{ Mpa}$$

La guadua soporta 13.7 Mpa según la NSR-10 Titulo G.

Comparación esfuerzo a compresión = 5.90 Mpa < 13.72 Mpa OK

Como la guadua soporta un momento de 13.7 Mpa m la sección se encuentra dentro de la solitud y permite establecer que soportará la carga.

La cercha propuesta se puede llevar a cabo su construcción.

4.2.2. Calculo del Entrepiso

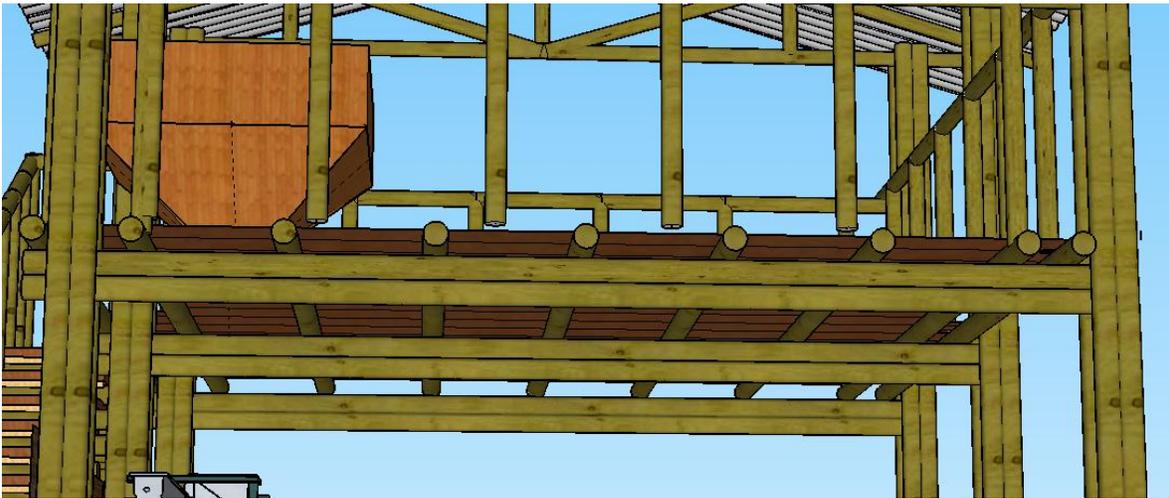


Figura 20.VISTA ENTREPISO.FUENTE: PROPIO

El diseño adoptado determino ubicar tres vigas para igual par de columnas. Las dimensiones del entrepiso de madera son de 5.00 m. por 5.00 m. Se proyectaron vigas principales de 5.00 m. de luz, y secundarias de 2.50 m., separadas cada 0.50 m.(Ver Figura 20 y 21)

Entablado: se utilizara tablas de madera de peso especifico 600 kg/m³ esfuerzo admisible de 0.80 KN/cm², y ζ admisible de 12 Kg/cm² de ancho 0.3 m y de largo 2.5, y espesor de 0.025 m apoyadas sobre vigas secundarias de guadua separadas 0.5m.

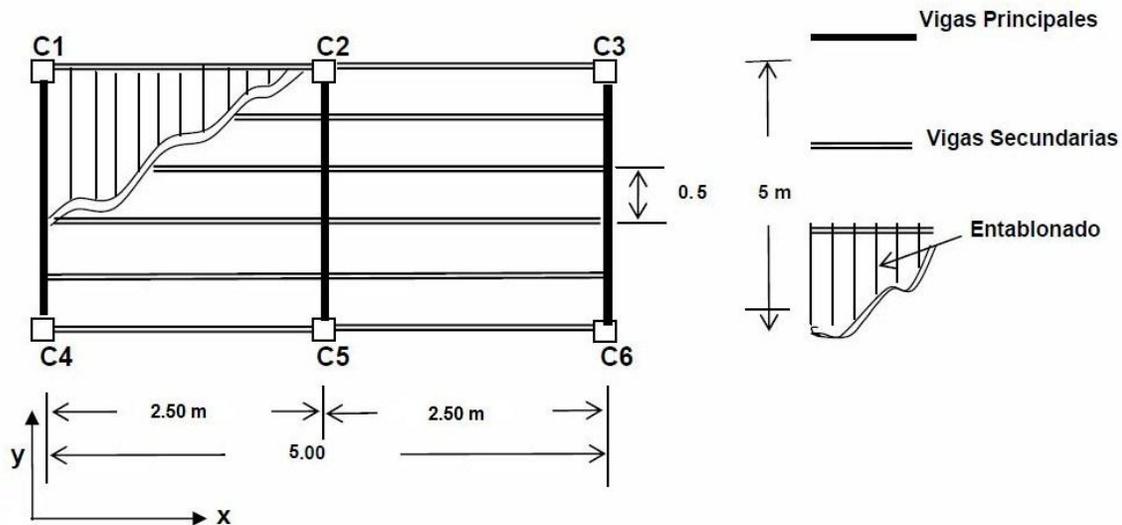


Figura 21. DISEÑO ENTREPISO.

- **Determinación de Cargas:**
 - **Cargas Vivas**

Carga viva: $\rightarrow 0.90 \text{ KN/m}^2$

- **Carga Muerta**

Peso Café cereza día pico: $= \frac{800 \text{ Kg}}{25 \text{ m}^2} = 32 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow 0.32 \text{ KN/m}^2$

Peso Tolva en madera: $= \frac{0.135 \text{ m}^3 \times 700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{25 \text{ m}^2} = 3.78 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.04 \text{ KN/m}^2$

Se adoptaron tablonces de 12" x 1" de escuadra 0.30 m x 0.025 m

Peso propio = $0.025 \text{ m} \times 600 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 15 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow 0.15 \text{ KN/m}^2$

Carga muerta total = $\Sigma (0.32 \text{ KN/m}^2 + 0.04 \text{ KN/m}^2 + 0.15 \text{ KN/m}^2) = 0.51 \text{ KN/m}^2$

- **Carga Total = qent. = $\Sigma (0.90 \text{ KN/m}^2 + 0.51 \text{ KN/m}^2) = 1.41 \text{ KN/m}^2$**

El entablonado apoya sobre las vigas secundarias cada 0.50 m., es decir que el esquema de cálculo corresponde con el de una faja unitaria que funciona como viga continua de cinco tramos, siendo la longitud de cada uno de ellos de 0.50 m. Ver figura 22.

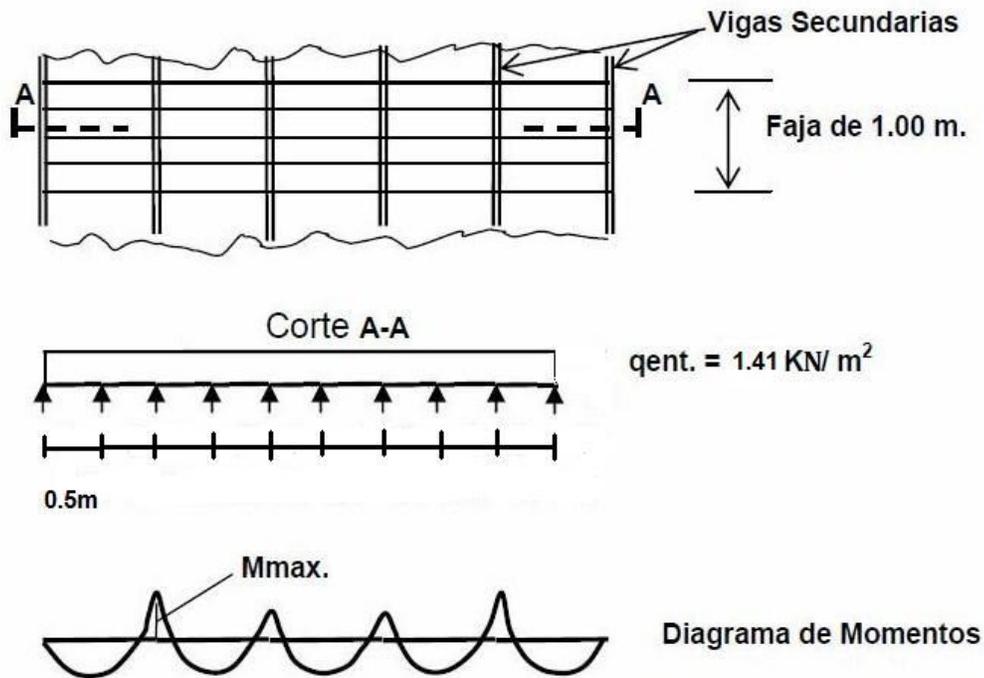


Figura 22. DISEÑO ENTABLADO

$$M_{max}^{2^o} = \frac{q_{ent} l^2}{9} = \frac{(1.41 \text{ KN/m}^2 \times 0.5^2 \text{ m}^2)}{9} = M_{max} \text{ Ent} = 0.04 \text{ KN m/m}$$

$$M_{max} \text{ Tabla} = M_{max} \text{ Ent} \times 0.3 \text{ m} = 0.04 \text{ KN m/m} \times 0.3 \text{ m} = 0.012 \text{ KN m}$$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{(30 \text{ cm} \times 2.5^2 \text{ cm}^2)}{6} = 31.25 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{calculado} = \frac{M_{max} \text{ Tabla}}{W} = \frac{1.2 \text{ KN cm}}{31.52 \text{ cm}^3} = 0.04 \text{ KN /cm}$$

$$\sigma_{calculado} < \sigma_{adm}^{25} \text{ OK}$$

$$0.04 \text{ KN /cm} < 0.80 \text{ KN /cm} \text{ OK}$$

²⁵ Esfuerzo Admisible Correspondiente A Las Características De La Madera A Utilizar en este caso madera de pino.

Vigas Secundarias

Se consideran vigas simplemente apoyadas de 2.5 m de luz, la longitud de estas vigas es de 5m de esta forma. Ver figura 23.

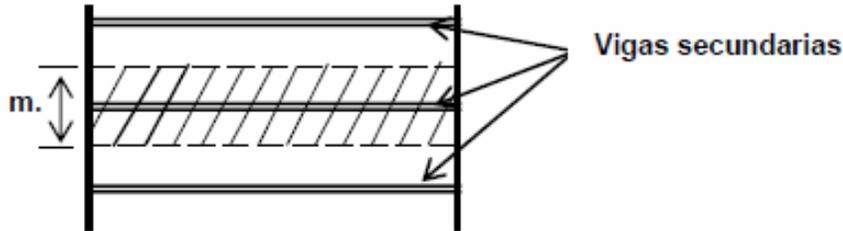


Figura 23. DISEÑO VIAGA SECUNDARIA

$$\text{Peso guadua de} = 0.027 \text{ KN/m}$$

$$\text{Carga del entablado} = q_{ent.} \times 0.50 \text{ m} = 1.41 \text{ KN/m}^2 \times 0.50 \text{ m} = 0.7 \text{ KN/m}$$

$$q_{viga \text{ sec.}} = \sum (0.027 \text{ KN/m} + 0.7 \text{ KN/m}) = 0.73 \text{ KN/m}$$

$$R1 = \frac{q_{viga \text{ sec.}} \times l}{2} = \frac{0.73 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 2.5 \text{ m}}{2} = 0.91 \text{ KN}$$

$$M_{max} = \frac{q_{viga \text{ sec.}} \times l^2}{8} = \frac{0.7 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times (2.5 \text{ m})^2}{8} = 0.55 \text{ KN.m}$$

Comprobación de momento resistente:

$$F_b = \frac{M}{S} \leq F_{b_i}$$

S : Modulo de seccion

$$S = \frac{\pi(De^4 - [De - 2t]^4)}{32De}$$

$$S = \frac{\pi(120^4 - [120 - 2(20)]^4)}{32(120)} = 136135.7 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{calculado} = \frac{M}{S} = \frac{550000 \text{ N} \times \text{mm}}{136135.7 \text{ mm}^3} = 4.04 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{calculado} < \sigma_{adm} \text{ OK}$$

$$4.04 \text{ Mpa} < 13.7 \text{ Mpa} \text{ OK}$$

Vigas Principales:

Se consideran vigas simplemente apoyadas de Luz = 5 m. Calcularemos la viga del centro por ser la de mayor área aferente, la misma recibe la carga del entablado en un ancho de influencia de 2.5m. Para mejorar la resistencia de la viga se diseño utilizando 2 guaduas. (Ver Figura 24 y 25).

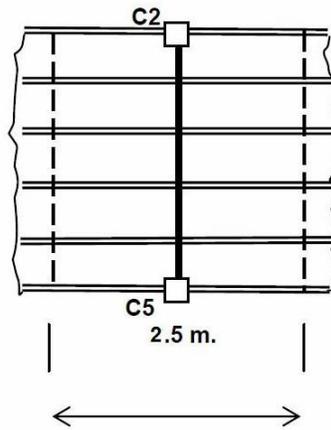


Figura 24. DISEÑO VIGA PRINCIPAL

$$\text{Peso propio de la viga principal} = 0.027 \text{ KN/m}$$

$$\text{Carga entrepiso: } q_{ent.} \times 2.5 \text{ m} = 1.41 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 2.5 \text{ m} = 3.52 \text{ KN/m}$$

$$q_{\text{viga ppal}} = \sum (0.027 \text{ KN/m} + 3.52 \text{ KN/m}) = 3.55 \text{ KN/m}$$

$$R_{vp} = \frac{q_{\text{viga ppal}} \times l}{2} = \frac{3.55 \text{ KN/m} \times 5 \text{ m}}{2} = 8.87 \text{ KN}$$

$$M_{\text{maxvp}} = \frac{q_{\text{viga ppal}} \times l^2}{8} = \frac{3.55 \text{ KN/m} \times (5 \text{ m})^2}{8} = 11.1 \text{ KN.m}$$

Comprobación de momento resistente:

$$Fb = \frac{M}{S} \leq Fb_i$$

$$S_{2GUADUAS} = \frac{\pi(5De^4 - 4De^2[De - 2t]^2 - [De - 2t]^4)}{32De}$$

$$S_{2GUADUAS} = \frac{\pi(5(120)^4 - 4(120)^2[(120) - 2(20)]^2 - [(120) - 2(20)]^4)}{32(120)}$$

$$S_{2GUADUAS} = 513136.8 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{calculado} = \frac{M}{S} = \frac{11100000 \text{ N} \times \text{mm}}{513136.8 \text{ mm}^3} = 21.6 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{calculado} < 2(\sigma_{adm}) \text{ OK}$$

$$21.6 \text{ Mpa} < 2(13.7)^{26} \text{ Mpa OK}$$

²⁶ Esfuerzo admisible que se presenta por la utilización de dos guaduas unidas para las vigas principales.

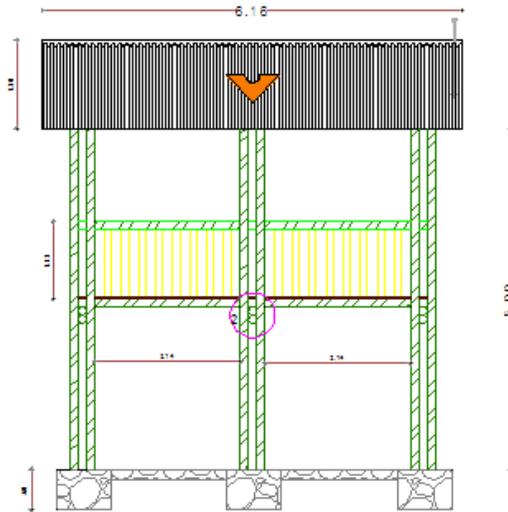


Figura 25.VISTA LATERAL.

4.2.3. Cálculo de las Deflexiones

De la tabla 7 se toman las ecuaciones que se aplicarán en función de las características de las cargas.

Condiciones de carga	Deflexión
Para carga puntual en el centro de la luz	$: \Delta = \frac{P \times L^3}{48EI} < K$
Para carga distribuida	$: \Delta = \frac{5}{384} \times \frac{w \times L^4}{EI} < K$

Tabla 7.FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE DEFLEXIONES. FUENTE: NSR 10 TITULO G. CAPITULO G.12. LITERAL G.12.8.9. SUBLITERAL. G.12.8.9.3. TABLA G-12-8-1.

K se extrae de la tabla de G12.8-2 donde se dan las deflexiones admisibles en función de la luz libre máxima que se maneje en la estructura y para cubiertas inclinadas hoja recta.

$$K = \frac{L}{300} = \frac{5.00m}{300} = 0.016m$$

Debido que las cargas muertas y vivas sobre el techo son distribuidas, se aplica la ecuación respectiva

Para carga distribuida:

$$\Delta = \frac{5}{384} \times \frac{1.08 \text{KN/m} \times 5.00^4}{6138000 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \times 5.27 \times 10^{-6} \text{m}} < 0.016 \text{m OK}$$

4.2.4. Esfuerzo de cortante:

Esfuerzo de Cortante se utilizarán pernos de 1" en guadua de 12cm que soportan según la tabla G12.11-2. (Ver figura 26)

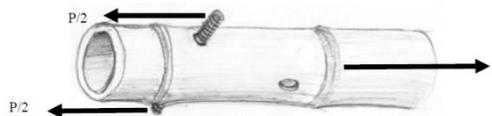


Figura G.12.11-5

Figura 26. Guadua Sometida a Esfuerzo Cortante P. FUENTE: TITULO G NSR 10

La carga P que soporta es =13072 N.

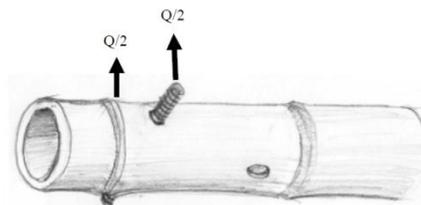


Figura 12.11-6 - Carga Q

Figura 27. Guadua con carga Q. FUENTE: TITULO G NSR 10

La carga Q que soporta al corte es =5229N. (Ver figura 27)

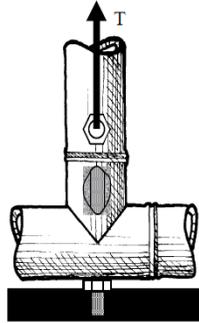


Figura G.12.11-7 - Carga T

Figura 28. Guada con Soporte máximo a corte. FUENTE: TITULO G NSR 10

La carga máxima al corte que soporta en el sentido T = 2500N. (Ver figura 28)

4.2.5. Cálculos de Columnas

La columna a calcular será la columna del centro aquella que recibe la carga de la cercha y viga central, por diseño arquitectónico todas las columnas son iguales. Además se harán los cálculos para columnas conformadas por dos pares de guada. (Ver figura 29)

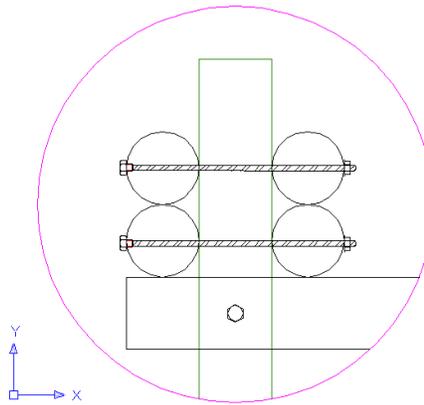


Figura 29 VISTA DETALLE COLUMNA

La determinación de la longitud efectiva se realizó de acuerdo al capítulo G 12.9.2.1 de la NSR 2010

$$Le = Lu * K$$

Donde K se determina según la tabla G 12.9 – 1-NSR-2010 Título G

$$Le = 5.00m * 2.1 = 10.5m$$

Cálculo de la esbeltez, según la ecuación G 12.9.3 de la NSR- 2010 Título G

$$\lambda = \frac{Le}{r}$$

Dónde:

λ = relación esbeltez del elemento

Le = longitud efectiva del elemento, en mm

r = radio de giro de la sección, en mm

El radio de giro de la sección se calcula de acuerdo al literal G.12.9.2.4 de la NSR 2010, para elementos constituidos por dos o más culmos

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Dónde:

I = inercia de la sección calculada de acuerdo con el numeral G.12.9.2.5, en mm⁴

A = área de la sección transversal, en mm²

r = Radio de giro de la sección

Según, literal G.12.9.5 de la NSR-2010, la ecuación empleada para realizar el cálculo de la inercia del conjunto es:

$$I = \sum (A_i D_i^2) + \sum I_i$$

$$I = 2(I_i + AD^2)$$

$$I = 2((6283.19 \text{ mm}^2 \times (60 \text{ mm})^2) + (12566.4 \text{ mm}^2 \times (60 \text{ mm})^2))$$

$$I = 135716904 \text{ mm}^4$$

Reemplazamos:

$$r = \sqrt{\frac{135716904 \text{ mm}^4}{6283.19 \text{ mm}^2}} = 147 \text{ mm}$$

Calculamos la esbeltez:

$$\lambda = \frac{10500 \text{ mm}}{147 \text{ mm}}$$

$$\lambda = 71$$

De acuerdo a la Tabla G.12.9-2 de la NSR-2010, clasificación de columnas por esbeltez, se debe calcular C_K que es el límite entre columnas intermedias y largas.

$$C_K = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F_C}}$$

$$C_K = 2.565 \sqrt{\frac{7672.5 \text{ Mpa}}{12.8 \text{ Mpa}}} = 62.8$$

Después de calcular C_K clasificamos nuestra columna como una columna LARGA.

- **Esfuerzo máximo (G.12.9.2.7 - NSR-2010 Título G)**

Para columnas largas (G.12.9.2.7.3- NSR - 2010 Título G)

$$f_c = 3.3 \frac{E_{0.05}}{\lambda^2}$$

$$f_c = 3.3 \frac{7672.5 \text{ Mpa}}{71^2} = 5.02 \text{ Mpa}$$

$5.02 \text{ Mpa} \leq 12.8 \text{ Mpa}$ se cumple la condicion para la columna

4.2.6. Cálculos de zapatas.

El diseño de las zapatas se realizara con la carga de la columna CENTRAL debido a que en estas es donde se presenta la máxima carga, este diseño se tomara para las demás zapatas. La carga ultima P_u se obtiene de sumar las reacciones de las cerchas y de las vigas central, las cuales corresponden a 26 KN y 8.8 KN.

$$\text{Carga ultima } P_u = 34.8 \text{ KN}$$

$$\text{Peso propio} = 34.8 \text{KN} \times 0.1 = 3.4 \text{KN}$$

$$\text{Peso total} = = 38.2 \text{KN}$$

Determinación de Esfuerzos

$$\sigma_{admisible}^{27} = 0.23 \text{Mpa}$$

$$\sigma_{ultimo} = \sigma_{admisible} \times 1.5 = 0.35 \text{Mpa}$$

$$\text{Área} = \sqrt{\frac{Pt}{Gu}} = \sqrt{\frac{38200 \text{N}}{0.35 \text{Mpa}}} = 330 \text{mm}^2$$

$$L = \sqrt{A} = \sqrt{330 \text{mm}^2} = 18.16 \text{mm}$$

Las dimensiones de la zapatas obtenidas no son aceptables para el diseño, por este motivo y teniendo en cuenta que la dimensión de las columnas es de 0.4 m x 0.4 m se diseñará la zapata con dimensiones de 0.55 m x 0.55 m.

Determinación de esfuerzo normal.

$$\sigma_n < \sigma_u$$

$$\sigma_n = \frac{Pu}{A^2} = \frac{34800 \text{N}}{330^2 \text{mm}^2} = 0.32 \text{Mpa}$$

$$\mathbf{0.32 \text{Mpa} \leq 0.35 \text{Mpa} \text{ oK}}$$

Determinación de momento

$$M = \frac{(\sigma_n \times L) \times (L - a)^2}{8} = \frac{(0.32 \text{Mpa} \times 550 \text{mm}) \times (550 \text{mm} - 400 \text{mm})^2}{8}$$

$$M = 495000 \text{N} \cdot \text{mm} = 0.50 \text{KN} \times \text{m}$$

Determinación de altura (d) de la zapata

$$\rho = 0.0018 \text{KN} \quad K_2 = 0.0387$$

²⁷ Capacidad PORTANTE DEL SUELO.

$$d = k_2 * \frac{(l - a)}{2} \sqrt{\frac{\sigma_n}{2}} = 0.0387 \times \frac{0.55 - 0.5}{2} \sqrt{\frac{0.32}{2}}$$

$$d = 0.0004 \text{ m}$$

$$h = d + 0.055 \text{ m}$$

$$h = 0.56 \text{ m}$$

Para efectos de diseño se propone una zapata aislada, cuadrada de 0.55 m de lado por una altura de 0.45 m de altura.

Comprobación de cortante en zapata

$$V_c = \frac{0.65 \times \sqrt{f'c}}{6} = \frac{0.65 \times \sqrt{21\text{Mpa}}}{6} = 0.496\text{Mpa} = 496 \text{ KN/m}^2$$

Cortante:

$$V_{d/2} = \frac{(0.55\text{m})^2 - (0.50\text{m} + 0.0004\text{m})^2}{4 \times (0.5\text{m} + 0.0004\text{m}) \times 0.0004\text{m}} \times 0.32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 21.00 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \leq 2V_c \text{ OK}$$

$$V_d = \frac{(0.55\text{m} - (2 \times 0.0004\text{m}))}{2 \times 0.0004 \text{ m}} \times 0.32 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 220 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \leq \frac{V_c}{2} \text{ OK}$$

Determinación de Hierros con cuantías mínimas = 0.0018 para resistir el esfuerzo por retracción:

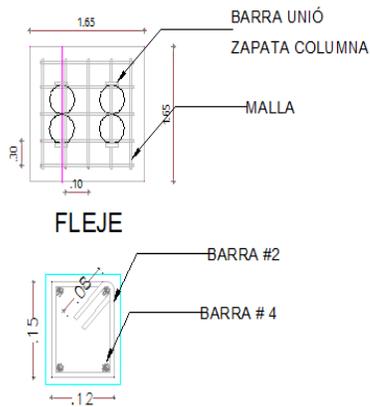
$$\text{Área} = 550\text{mm} \times 550\text{mm} \times 0.0004 = 121\text{mm}^2$$

$$\text{Barra \# 3} \rightarrow A = 71\text{mm}^2$$

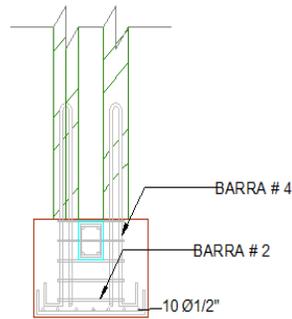
$$S = 0.8 \text{ m} / 2 = 0.4 \text{ m}$$

Barra 5 # 3 cada 10 cm.

ZAPATA VISTA PLANTA



ZAPATA VISTA LATERAL



ZAPATA P2 VISTA FRONTAL

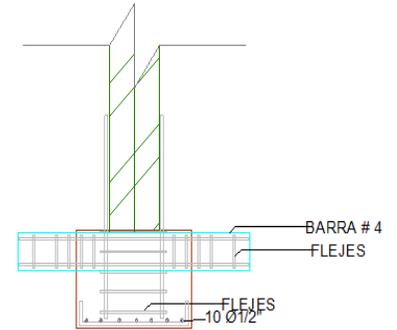


Figura 30. DISEÑO ZAPATA.

La zapata finalmente se realizaran con forma de cubos el pilar y una base cuadrada con las siguientes dimensiones de largo y ancho 0.55 m y con una altura de 0.40 m, la armadura de hierro se desarrolla siguiendo los cálculos obtenidos. (Ver Figura 30).

4.3. Presupuesto Y Análisis

PRESUPUESTO BENEFICIADERO EN GUADUA.					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1.	PRELIMINAR				
1.1	Limpieza y descapote a mano e=0,10 m	M3.	50	\$ 9.540	\$ 477.000
1.2	Localización y replanteo	M2.	50	\$ 3.258	\$ 162.900
1.3	Excavación en tierra, a mano hasta 1 m de profundidad	M3.	50	\$ 13.925	\$ 696.250
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 1.336.150
2.	ESTRUCTURA EN GUADUA				
2.1	Guaduas y transporte	Unidad	50	\$ 5.000	\$ 250.000
2.2	Tuercas y tornillos PERNADOS	Unidad	150	\$ 6.300	\$ 945.000
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 1.195.000
3.	TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LA GUADUA				
3.1	Corte y Limpieza	Unidad.	60	\$ 2.896	\$ 173.760
3.2	Inmunizado	Unidad.	60	\$ 2.196	\$ 131.760
3.3	Pintado (pintura en aceite)	Unidad.	60	\$ 2.196	\$ 131.760
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 437.280
4	CIMENTACION				
4.1	Suministro, Figurado e Instalación de Hierro de Refuerzo 60000 PSI	UND	8	\$ 15.450	\$ 123.600
4.2	Zapatas de concreto de 3000 PSI	ME	1,1	\$ 483.179	\$ 531.497
4.3	Placa Contrapiso en Concreto 2500 psi E = 5 Cm	M2.	25	\$ 61.192	\$ 1.529.800
4.4	Viga de muro en Concreto ciclópeo de 60% concreto de 3000 PSI y 40% de piedra (.15 x .10)	M3.	0,12	\$ 809.734	\$ 97.168
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 2.282.065
5	DESAGUES INSTAL/SUBTERRANEAS				
5.1	suministro e instalacion tubo sanitaria PVC 3"	Unidad	1	\$ 20.307	\$ 20.307
5.2	Caja Inspección 50cmx50cm concreto incluye tapa	Unidad	1	\$ 120.000	\$ 120.000
5.3	Suministro e Instalación Red Principal Hidráulica PVC 1/2"	ML.	8	\$ 3.577	\$ 28.616
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 168.923
6	MAMPOSTERIA				
6.1	Muro de bahareque encementado	M2.	50	\$ 118.727	\$ 5.936.350
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 5.936.350
7	CUBIERTA				
7.1	Teja ondulada de zinc	M2.	45	\$ 16.862	\$ 758.790
7.2	correas de Guadua	UND	8	\$ 12.028	\$ 96.224
7.3	Suministro e instalacion Cercha Guadua	UND	3	\$ 155.690	\$ 467.070
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 1.322.084
8	CARPINTERIA METALICA				
8.1	Rejillas metalicas	ML.	4	\$ 100.000	\$ 400.000
8.2	Marco y puerta	Unidad	1	\$ 134.541	\$ 134.541
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 534.541
9	INSTALACIONES ELECTRICAS				
9.1	suministro instalacion BOMBILLOS	UND	8	\$ 13.885,00	\$ 111.080,00
9.2	Suministro e Instalación de Acometida en Media Tensión	ML	15	\$ 12.090	\$ 181.350
	SUBTOTAL CAPITULO				\$ 292.430
GRAN TOTAL					\$ 13.504.823

Este es un ejemplo de presupuesto el cual puede variar con respecto a las distancias de traslado de materiales y la variación de precios, la calidad de la mano de obra y el tiempo de duración de la obra.

Como vemos el presupuesto alcanza un valor aproximado de \$ 13. 000. 000 pesos, el cual incluye la mano de obra, pero no incluye un sistema de manejo de aguas. En entrevistas con caficultores, y revisando el valor promedio de los créditos aprobados para beneficiaderos por parte del Banco Agrario se observa que estos oscilan entre los 20 a 25 millones de pesos.

La construcción de un beneficiadero de forma tradicional y la construcción de un beneficiadero utilizando la guadua como material estructural muestra una diferencia aproximada del 48% a 60% favor de utilizar guadua.

Inicialmente la utilización de la guadua reduce costos si la guadua se encuentra dentro del predio del caficultor o relativamente cerca que no implique la compra y el costo de transporte. Además la propuesta si se omite el bahareque encementado y las actividades preliminares se estaría ahorrando un 85% del presupuesto de un beneficiadero tradicional.

Estos costos a mediano y largo tiempo varían, pese a que una construcción de un beneficiadero tradicional puede durar aproximadamente a los 50, 80 o 100 años, las construcciones en guadua no se les somete a todo ese tiempo, aunque se pueden encontrar construcciones en guadua con bahareque de más de 100 años, se somete la construcción mantenimientos, reparaciones, cada año. Ver Figura 31.

Desde que se garantice un buen ejercicio de inmunización, y un adecuado aislamiento del suelo y las aguas lluvia, se puede garantizar una construcción estable y duradera.

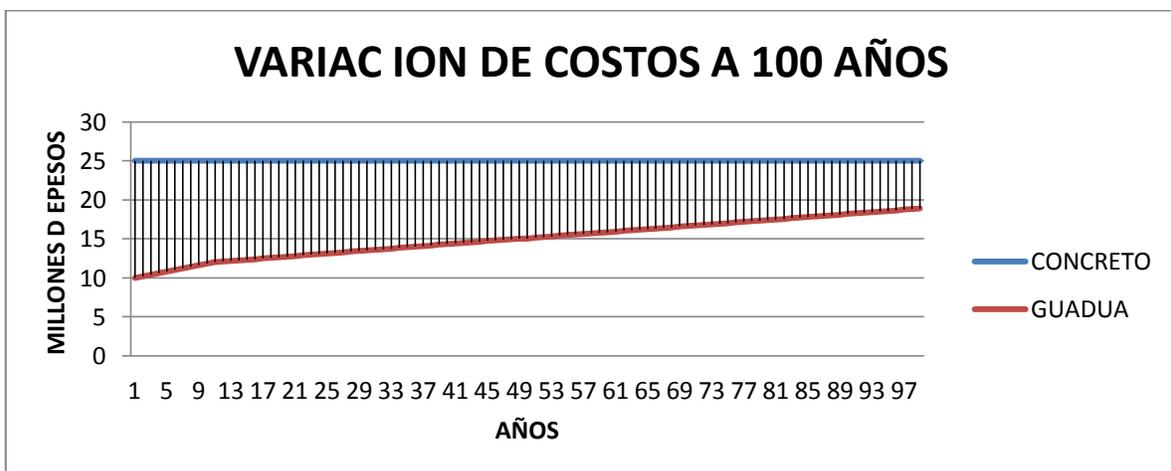


Figura 31. GRAFICA VARIACION DE COSTOS GUADUA VS CONCRETO.

4.5 Manual Didáctico de Construcción

Como parte del trabajo de grado se realizo un modelo de cartilla didáctica, a pesar de no contener muy a detalle los pasos constructivos, puede ser un primer insumo para la formulación de proyectos didácticos destinados a campesinos.

Para este material didáctico trabajamos programas de diseño que permiten hacer vistas casi reales de proyecto terminado, además de un serie de información trabajada por el SENA y instituciones del sector.

En las siguientes paginas podrán observar la propuesta que contiene los pasos mas generales y las recomendaciones la hora de construir.

CONCLUSIONES

La construcción de un beneficiadero utilizando la guadua como material estructural es una apuesta viable hacia la utilización de materiales no convencionales. Los estudios de cálculo determinan un buen desempeño obteniendo como carga máxima de diseño 35 KN para las zapatas.

La cercha para la cubierta, las vigas de entrepiso y las columnas muestran una alta resistencia a los esfuerzos sometidos, a tensión, compresión y corte, permitiendo aumentar las cargas actuantes en la estructura.

La construcción de un beneficiadero utilizando guadua como material estructural presenta una disminución inicial del 50 % en los costos frente a un beneficiadero construido de forma tradicional.

Si se garantiza un excelente trabajo de inmunización preferiblemente con insecticidas y aceites, podemos garantizar una construcción estable y duradera.

BIBLIOGRAFÍA

- Federación Nacional de Cafeteros. Consultado el 27 de Febrero de 2013 a las 4:00 pm. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/
- http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/ Consultado el 26 de Febrero de 2013 a las 5:00 pm.
- Castaño Peláez Andrés Felipe, Suarez Ramírez Sergio Alberto. Cartilla Técnica para el dimensionamiento de beneficiaderos de café y sistemas de secado. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas - Antioquia. 2010.
- Giraldo Herrera Edgar y Sabogal Ospina Aureliano, LA GUADUA una alternativa sostenible, publicación de la corporación autónoma regional del Quindío, CRQ. Quindío, Pag. 33.
- Castrillón Valdés Brigitte Matilde y Malaver Zapata Diego Mauricio. Procedimientos de ensayo para la determinación de las propiedades físico mecánicas de la guadua. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Bogotá D.C, 2004.
- SALAZAR ARIAS, Stephan Andrés y TRUJILLO RINCON, Andrés Hermogenes. Diseño del laboratorio de materiales no convencionales en la granja experimental de la Universidad Surcolombiana. Neiva, 2012, 97p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería Agrícola. Área de construcciones.
- Gaucin, Darío. El café un mercado vigoroso. febrero 22 del 2012. En línea. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2012/02/22/cafemercadovigoroso>.
- Federación Nacional de Cafeteros. Una bonita historia. En línea. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/el_cafe_de_colombia/una_bonita_historia/. noviembre 2013.
- Beneficio ecológico de café con manejo de subproductos Consultado el 27 de Febrero de 2013 a las 4:25 pm. <http://201.234.78.28:8080/jspui/bitstream/123456789/1737/1/Beneficio%20ecol%C3%B3gico%20del%20cafe%20con%20manejo%20de%20subproductos.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros. Consultado el 27 de Febrero de 2013 a las 4:00 pm. http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/post-cosecha/

- Federación Nacional de Cafeteros. Consultado el 26 de Febrero de 2013 a las 5:00 pm.
http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno/.
- EcuRed. Diseño Arquitectónico.10 de octubre 2014.
http://www.ecured.cu/index.php/Dise%C3%B1o_arquitect%C3%B3nico.
- Arquitectura Tecnica.net. Diseño Arquitectónico. 10 de octubre 2014.
<http://www.arquitecturatecnica.net/diseño/diseño-arquitectonico.php>
- Periódico El Espectador. Crisis Cafetera.12 de octubre del 2014.
<http://www.elespectador.com/tags/crisis-cafetera>.
- Periódico El Espectador Gobierno aumentó subsidio para poner fin al paro cafetero.2 de marzo del 2013. <http://www.elespectador.com/noticias/nacional/gobierno-aumento-subsidio-poner-fin-al-paro-cafetero-articulo-407932>
- LEIVA, Dory del Pilar y MARIN, María del Carmen. Beneficiadero Tipo Bajo El Enfoque De Producción Más Limpia En El Proyecto San Rafael En Los Municipios De Gigante Y La Plata. Neiva 2006. Trabajo de grado (Ingeniería Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de ingeniería.

ANEXOS

-  Análisis de Precios Unitarios
-  Mano de obra
-  Precios

PRESUPUESTO
CONSTRUCCION DE UN BENEFICIADERO EN GUADUA.
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**CAPITULO 1:
PRELIMINARES**

ITEM: 1,1	UNIDAD : M3			
Limpieza y descapote a mano e=0,10 m				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 4.800,00
Transporte	VJE	0,06	\$ 80.000,00	\$ 4.800,00
MANO DE OBRA				\$ 4.740,00
Cuadrilla A	Dia	0,05	\$ 94.800,00	\$ 4.740,00
COSTO DIRECTO =				\$ 9.540,00

ITEM 1.2	UNIDAD M2			
Replanteo y Localizacion				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 1.480,00
Durmiente ord.	ML	0,3	\$ 1.500,00	\$ 450,00
Repisa ord.	ML	0,3	\$ 1.200,00	\$ 360,00
Puntilla 2"	LBR	0,1	\$ 3.500,00	\$ 350,00
Alambre Negro	Kg	0,1	\$ 3.200,00	\$ 320,00
MANO DE OBRA				\$ 1.777,50
Cuadrilla A	Dia	0,0188	\$ 94.800,00	\$ 1.777,50
COSTO DIRECTO =				\$ 3.258,00

ITEM 1.3	UNIDAD M3			
Excavación en tierra, a mano hasta 1 m de profundidad				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
EQUIPOS				\$ 8.000,00
Transporte	VJE	0,1	\$ 80.000,00	\$ 8.000,00

MANO DE OBRA				\$ 5.925,00
Cuadrilla A	Día	0,0625	\$ 94.800,00	\$ 5.925,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 13.925,00

CAPITULO 2: ESTRUCTURA EN GUADUA

ITEM: 2,1		UNIDAD :UND		
Guaduas y transporte				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 5.000,00
Guaduas y transporte	und	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
MANO DE OBRA				\$ -
Cuadrilla A	Día	0,05	\$ -	\$ -
	COSTO DIRECTO =			\$ 5.000,00

ITEM: 2,2		UNIDAD :UND		
Tuercas y tornillos PERNADOS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 6.300,00
Tuercas varilla Pernada	und	0,1	\$ 3.000,00	\$ 300,00
varilla Pernada	und	1	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 6.300,00

CAPITULO 3: TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LA GUADUA

ITEM: 3,1		UNIDAD :UND		
Corte y Limpieza				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 1.000,00
Corte y Limpieza	und	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00

MANO DE OBRA				\$ 1.896,00
Cuadrilla A	Dia	0,02	\$ 94.800,00	\$ 1.896,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 2.896,00
ITEM: 3,2 UNIDAD :UND				
Inmunizado				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 300,00
mezcla quimica	und	0,1	\$ 3.000,00	\$ 300,00
MANO DE OBRA				\$ 1.896,00
Cuadrilla A	Dia	0,02	\$ 94.800,00	\$ 1.896,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 2.196,00
ITEM: 3,3 UNIDAD :UND				
Pintado (pintura en aceite)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 300,00
Pintado (pintura en aceite)	und	0,1	\$ 3.000,00	\$ 300,00
MANO DE OBRA				\$ 1.896,00
Cuadrilla A	Dia	0,02	\$ 94.800,00	\$ 1.896,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 2.196,00

**CAPITULO 4:
CIMENTACION**

ITEM: 4.1 UNIDAD : M3				
Suministro, Figurado e Instalación de Hierro de Refuerzo 60000 PSI				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 3.600,00
Recebo	M3	0,2	\$ 18.000,00	\$ 3.600,00
MANO DE OBRA				\$ 11.850,00
Cuadrilla A	Dia	0,125	\$ 94.800,00	\$ 11.850,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 15.450,00

ITEM: 4,2 UNIDAD : M3				
Zapatas de concreto de 3000 PSI				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 419.199,40
Concreto simple 3000 PSI	M3	0,7	\$ 356.502,00	\$ 249.551,40
Formaleta	UND	1,6	\$ 106.000,00	\$ 169.600,00
Alambre Negro	Kg	0,015	\$ 3.200,00	\$ 48,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 7.100,00
Herramienta Menor	Día	0,0568	125.000	\$ 7.100,00
MANO DE OBRA				\$ 56.880,00
1 oficial + 2 ayudantes	Día	0,45	126.400	56.880
COSTO DIRECTO =				\$ 483.179,00

ITEM :4.3 UNIDAD : M2				
PLACA BASE EN CONCRETO 2500 PSI E= 5 CM				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 47.801,80
LISTON DE MADERA .10X.0.25X3	UND	0,05	\$ 8.000,00	\$ 400,00
CONCRETO DE 2500 PSI	M3	0,15	\$ 316.012,00	\$ 47.401,80
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 750,00
Herramienta Menor	Día	0,006	125.000	\$ 750,00
MANO DE OBRA:				\$ 12.640,00
1 oficiales + 2 ayudantes	Día	0,1	126.400	\$ 12.640,00
COSTO DIRECTO =				\$ 61.192,00

ITEM: 4,4 UNIDAD : M3				
Viga de muro en Concreto ciclópeo de 60% concreto de 3000 PSI y 40% de piedra (.15 x .10)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES				\$ 793.302,36

Concreto simple 2500 PSI	M3	1,03	\$ 316.012,00	\$ 325.492,36
Varilla Acero 1/2"	Kg	80	\$ 2.800,00	\$ 224.000,00
Varilla Acero 1/4"	Kg	25	\$ 3.250,00	\$ 81.250,00
Formaleta	UND	2	\$ 80.000,00	\$ 160.000,00
Alambre Negro	Kg	0,8	\$ 3.200,00	\$ 2.560,00
MANO DE OBRA				\$ 16.432,00
Cuadrilla B	Dia	0,13	126.400	\$ 16.432,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 809.734,36

**CAPITULO 5: DESAGUES
INSTAL/SUBTERRANEAS**

ITEM: 5,1		UNIDAD : ML		
suministro e instalacion tubo sanitaria 3"				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIAL				\$ 18.260,00
TUBO SANITARIA 3"	ML	1	18000	\$ 18.000,00
ACCESORIOS	UND	0,08	\$ 3.250,00	\$ 260,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 625,00
HERRAMIENTA MENOR	Und	0,005	\$ 125.000,00	\$ 625,00
MANO DE OBRA:				\$ 1.422,00
Cuadrilla A	Dia	0,015	94.800	\$ 1.422,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 20.307,00

ITEM: 5,3		UNIDAD : ML		
Suministro e Instalación Red Principal Hidráulica PVC 1/2"				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIAL				\$ 1.530,00
TUBO PVC 1/2"	ML	1	1500	\$ 1.500,00
ACCESORIOS	UND	0,1	\$ 300,00	\$ 30,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 625,00

HERRAMIENTA MENOR	Und	0,005	\$ 125.000,00	\$ 625,00
MANO DE OBRA:				
Cuadrilla A	Dia	0,015	94.800	\$ 1.422,00
COSTO DIRECTO =				\$ 3.577,00

**CAPITULO 6:
MAMPOSTERIA**

ITEM: 6,1 UNIDAD : M2

Muro de bahareque encementado				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
				\$ 109.563,80
MATERIALES				
Guadua y malla (ANGEO)	UND	35	\$ 3.000,00	\$ 105.000,00
MORTERO 1:4	M3	0,020	\$ 228.190,00	\$ 4.563,80
EQUIPOS HERRAMIENTAS				\$ 5.750,00
ANDAMIO TUBULAR 1.5 X 1.5	DIA	0,2	\$ 10.000,00	\$ 2.000,00
Herramienta Menor	Día	0,03	\$ 125.000,00	\$ 3.750,00
MANO DE OBRA				\$ 3.412,80
Cuadrilla B	Dia	0,027	126.400	\$ 3.412,80
COSTO DIRECTO =				\$ 118.727,00

**CAPITULO 7:
CUBIERTA**

ITEM: 7,1 UNIDAD : M2				
teja ZINC				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
				\$ 7.070,00
MATERIALES :				
Teja ZINC	M2	0,47	\$ 15.000,00	\$ 7.050,00
AMARRES	UND	0,4	\$ 50,00	\$ 20,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 6.000,00
HERRAMIENTA MENOR	Día	0,008	\$ 125.000,00	\$ 1.000,00
ANDAMIO TUBULAR	DIA	0,5	\$ 10.000,00	\$ 5.000,00

1.5 X 1.5				
MANO DE OBRA:				\$ 3.792,00
CUADRILLA B	DIA	0,030	126.400	\$ 3.792,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 16.862,00

ITEM: 7,2		UNIDAD : UND		
suministro e instalacion correa de madera				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 6.000,00
guadua	MI	6	\$ 1.000,00	\$ 6.000,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 3.500,00
HERRAMIENTA MENOR	DIA	0,02	\$ 125.000,00	\$ 2.500,00
ANDAMIO TUBULAR 1.5 X 1.5	DIA	0,1	\$ 10.000,00	\$ 1.000,00
MANO DE OBRA:				\$ 2.528,00
CUADRILLA B	DIA	0,020	126.400	\$ 2.528,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 12.028,00

ITEM: 7.3		UNIDAD : UND		
Suministro e instalacion Cercha Madera				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 20.040,00
guadua	M2	0,01	\$ 4.000,00	\$ 40,00
Tornillos	UND	40	\$ 500,00	\$ 20.000,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 9.250,00
HERRAMIENTA MENOR	DIA	0,05	\$ 125.000,00	\$ 6.250,00
ANDAMIO TUBULAR 1.5 X 1.5	DIA	0,3	\$ 10.000,00	\$ 3.000,00
MANO DE OBRA:				\$ 126.400,00
CUADRILLA B	DIA	1,000	126.400	\$ 126.400,00
	COSTO DIRECTO =			\$ 155.690,00

CAPITULO 8: CARPINTERIA METALICA

ITEM: 8,1		UNIDAD : M2		
puerta en lamina				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 86.140,95
PUERTA LAMINA	M2	1	\$ 85.000,00	\$ 85.000,00
MORTERO 1:4	M3	0,005	\$ 228.190,00	\$ 1.140,95
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 1.000,00
Herramienta Menor	Día	0,008	125.000	\$ 1.000,00
MANO DE OBRA:				\$ 47.400,00
CUADRILLA A	Dia	0,5	94.800	\$ 47.400,00
COSTO DIRECTO =				\$ 134.541,00

CAPITULO 9. INSTALACIONES ELECTRICAS

ITEM:9,1		UNIDAD: UND		
suministro instalacion BOMBILLOS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 11.635,00
CAJA 5800	UND	2	\$ 800,00	\$ 1.600,00
INTERRUPTOR DOBLE	UND	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
GRAPA METALICA DE 1/2"	KG	0,001	\$ 35.000,00	\$ 35,00
LAMPARA FLUORESCENTE 2X48 INCLUYE CHASIS, BALASTO Y SOQUES	UND	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 250,00
Herramienta menor	UND	0,002	\$ 125.000,00	\$ 250,00
MANO DE OBRA:				\$ 2.000,00
CUADRILLA ELECTRICA	Dia	0,02	100.000	\$ 2.000,00
COSTO DIRECTO =				\$ 13.885,00

ITEM: 9,2		UNIDAD: ML		
<i>Suministro e Instalación de Acometida en Media Tensión</i>				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/r UNITARIO	V/r PARCIAL
MATERIALES :				\$ 8.464,50
TUBERIA CONDUCCION ELECTRICA PVC 1/2"	UND	0,33	\$ 3.300,00	\$ 1.089,00
ALAMBRE DE COBRE No.10	ML	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
CAJILLA METALICA	UND	0,05	\$ 1.200,00	\$ 60,00
ALAMBRE DE COBRE No.12	ML	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
CAJA DE PASO DE 60X60X15 cm	UND	0,05	\$ 100.000,00	\$ 5.000,00
GRAPA METALICA DE 1/2"	KG	0,033	\$ 3.500,00	\$ 115,50
EQUIPO Y HERRAMIENTAS:				\$ 625,00
Herramienta menor	UND	0,005	\$ 125.000,00	\$ 625,00
MANO DE OBRA:				\$ 3.000,00
CUADRILLA ELECTRICA	Dia	0,02	150.000	\$ 3.000,00
COSTO DIRECTO =				\$ 12.090,00

CUADRILLAS DE MANO DE OBRA	COSTO
OFICIAL = 40000 X 58% Prestaciones	\$ 63.200
AYUDANTE = 24000 X 58% Prestaciones	\$ 31.600
CUADRILLA A	
1 OFICIAL + 1 AYUDANTE =	\$94.800
CUADRILLA B	
1 OFICIAL + 2 AYUDANTE =	\$126.400
CUADRILLA C	
2 OFICIAL + 2 AYUDANTE =	\$189.600
CUADRILLA D	
2 OFICIAL + 3 AYUDANTE =	\$221.200
CUADRILLA CARPINTERIA METALICA Y DE MADERA	
1 OFICIAL + 1 AYUDANTE =	\$160.000
Cuadrilla Instalaciones electricas y de Datos	\$100.000

LISTADO DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDA D	VALOR
Accesorios conduit metálicos de 1/2"	UND	550
Accesorios conduit metálicos de 3/4"	UND	840
Accesorios HG 1/2"	UND	3.000
Accesorios PVC E de 1/2''	UND	500
Accesorios PVC P 1/2 "	UND	500
Accesorios PVC P 3/4 "	UND	700
Accesorios PVC P 1 "	UND	1.200
Accesorios PVC P de 1 1/2"	UND	3.000
Accesorios PVC P de 3/4 "	UND	700
Accesorios PVC S de 6"	UND	16.000
Accesorios PVC S de 4"	UND	12.500
Accesorios PVC S de 3"	UND	10.000
Accesorios PVC S de 2"	UND	8.000
Accesorios PVC S de 1 1/2"	UND	6.000
Accesorios para ducha	UND	85.000
Accesorios salida hidraulico	GL	3.000
Accesorios para tubería	GL	11.000
Acero Fy 4200 Kg/cm2	KG	2.100
Acero de refuerzo 37.000 PSI 5/8"	KG	2.700
Acero de refuerzo 37.000 PSI 1/2"	KG	2.800
Acero de refuerzo 37.000 PSI 3/8"	KG	2.700
Acero de refuerzo 60.000 PSI Ø 5/8"	KG	2.800
Acero de refuerzo 60.000 PSI Ø 1/2"	KG	2.800
Acero de refuerzo 60.000 PSI Ø 3/8"	KG	2.800
Acero de refuerzo 60.000 PSI Ø 1/4"	KG	3.250
Adaptador Hembra PVCP de 1 1/2"	UND	2.750
Adaptador macho HG 1/2"	UND	1.200
Agua	LT	35
Aire acondicionado 18000 BTU	UND	2.400.00 0
Alambre de 2x22 telef	ML	750
Alambre de cobre desnudo THW 14	ML	600
Alambre de cobre N° 8	ML	4.000
Alambre de cobre N° 10	ML	1.200
Alambre de cobre N°12	ML	1.000
Alambre de cobre N°14	ML	750

Alambre eléctrico #14 desnudo	KG	52.000
Alambre eléctrico #14 THW	ML	1.240
Alambre eléctrico #12	ML	1.700
Alambre galvanizado cal. 12	KG	3.000
Alambre galvanizado cal. 14	KG	3.000
Alambre galvanizado cal. 16	KG	3.200
Alambre galvanizado cal. 8	KG	2.700
Alambre negro No.18	KG	3.200
Amarres	UND	82
Estructura metalica	KG	4.000
Arena de rio	M3	35.000
Arena fina de rio	M3	30.000
Balastro de rio	M3	30.000
bebedero para cerdos	UND	2.700
Bloque de ladrillo hueco No. 4 ó 5.	UND	800
Caballote fijo can. 90	UND	24.000
Caballote universal	UND	11.900
Cabezal	ML	14.000
Cable 6x19 - A - A D=1 1/4"	ML	29.106
Cable coaxial	ML	650
Cable coaxial de C. RG 59 B	ML	400
Cable concéntrico monofásico	ML	6.900
Cable concéntrico bifásico	ML	9.600
Cable de aluminio #2 desnudo	ML	3.800
Cable de cobre desnudo N° 10	ML	1.600
Cable de cobre desnudo N° 12	ML	1.000
Cable de cobre desnudo N° 14	ML	750
Cable electrico XLPE # 2	ML	55.900
Cable electrico #2/0	ML	43.000
Cable electrico #4/0	ML	67.000
Cable electrico #2	ML	21.000
Cable electrico #4	ML	13.500
Cable electrico #6	ML	8.800
Cable electrico #10	ML	3.900
Cable electrico #12	ML	2.740
Cable encauchetado 2 *16	ML	1.000
Cable para teléfono interior	ML	600
Caja 5800 GZDA	UND	380
Caja 5800	UND	800
Caja 2400 galvanizada	UND	850

Caja 2400 con suplemento	UND	1.800
Caja 2600 octogonal	UND	700
Caja 4x4 con suplemento	UND	3.000
Caja 10 x 10	UND	1.700
Caja cuatro circuitos	UND	8.500
Caja de concreto para contador	UND	9.000
Caja de reparto de 15 x 20 x 10 con tapa	UND	25.000
Caja de reparto de 15 x 15 x 20 con tapa	UND	35.000
Caja de reparto de 30 x 30 x 15 con tapa	UND	68.000
CAJA DE PASO DE 60X60X15 cm	UND	100.000
Caja tipo interperie 20*20*15	UND	35.000
Caja toma trifásica 15 x10	UND	2.500
Caja Trifilar de 12 circuitos	UND	48.000
Cajilla	UND	40.000
Caolin (25 Kg)	BULTO	8.000
Caolin	KG	300
Cemento blanco	KG	1.100
Cemento gris	KG	450
Cemento gris 50 KG	UND	23.000
Caballete Eternit para teja Española	ML	14.500
caballete acesco	ML	29.000
Camarás cuadrax nini dome color 1/4 lente 3.7 mm	UND	450.000
Canal metálico	ML	32.000
Canaleta 90 metálica	UND	110.000
Canaleta de 4 vías	ML	27.000
Cerco de 0,5x0,1x3.0	UND	4.500
Cercha metálica en Angulo 2<3"x3"x 3/16 y celosia en 2<2"x2"x3/16" incluye pintura en anticorrosivo	ML	240.000
Cercha metálica en Angulo 2<2"x2"x 3/16 y celosia en 2<1"x1"x3/16" incluye pintura en anticorrosivo	ML	185.000
Codo PVC P Ø=1" X 90°	UND	700
Codo PVCP Ø=1/2" x90°	UND	500
Codo PVCP Ø=3/4" x90°	UND	900
Codo PVCS Ø=2" x 90° cxc	UND	2.200
Columna de madera de 0,20 x 0,20	ML	27.000
Computador con tarjeta múltiple captura TV	UND	1.500.00 0
Concreto simple de 2000 PSI	M3	
Concreto simple de 3500 PSI	M3	
Conectores	UND	5.000

Correa madera 6x12X5m	ML	1.500
Curva PVC E 1/2"	UND	750
Curva PVC E 3/4"	UND	650
Curva PVC E 1"	UND	1.100
Curva PVC E 1 1/2"	UND	1.600
Curva PVC E 2"	UND	2.300
Flotador de cobre de 1/2"	UND	28.000
Flotador plástico de 1/2"	UND	14.000
Fluorecente de 2x 48	UND	4.500
Fluorecente de 2x 96	UND	7.000
Gabinete contra incendio	UND	1.240.000
Ganchos y/o Amarras	UND	300
Gancho para tejas	UND	258
Gancho teja ETERNIT	UND	800
Granito No. 1	BULTO	10.000
Granito No. 2 negro	BULTO	8.240
Granito No. 2 blanco	BULTO	6.850
Granito No. 3	BULTO	10.000
Graniplast	KG	1.200
Graniplast	M2	8.400
Grapa metálica de 1/2"	KG	3.500
Gravilla de río	M3	50.000
Gravilla de 1/2"	M3	70.000
Gravilla de 3/4"	M3	60.000
Gravilla de río seleccionada	M3	45.000
Gravilla Lavada No. 2	Bulto	5.000
Interruptor sencillo	UND	5.500
Interruptor doble	UND	2.000
Interruptor triple	UND	10.500
Ladrillo tablón de gres	M2	11.000
Ladrillo semiprensado de 0,25*0,05*0,10	UND	550
Ladrillo tolete comun e=0,07	UND	300
Ladrillo tolete prensado de 0,25*,05*,10	UND	800
Lampara Fluorescente 2*32 Sline L	UND	150.000
Lampara Fluorescente 2*48 Sline L.	UND	82.000
Lampara Fluorescente 2*96 sline L.	UND	68.000
Lamparas Incandescentes	UND	1.000
Limpiador PVC	OCT.	11.800
Limpiador PVC	GAL	272.000
Listón de 5 * 5 * 3	ML	1.000

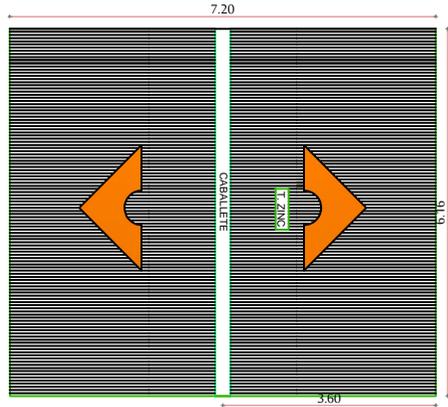
Listón de 0.10x0.025x3.00 metros	UND	8.000
Llave cuello de ganzo	UND	55.000
Llave de bola de 1 1/2"	UND	30.000
Llave para lavamanos	UND	20.000
Llave para lavamanos sencilla	UND	10.000
Llaves terminales de 1/2 "	UND	16.000
Lubricante PVC	LIBRA	16.000
Luminarias de 70 w	UND	185.000
Luminarias de mercurio 400 w	UND	450.000
madera polin * 3 M	UND	15.000
Malla con vena (0,5X2,00)	M2	5.000
malla electrosoldada	M2	2.700
Malla eslabonada 2"	M2	10.500
Materiales eléctricos por punto	UND	38.500
Pegante PVC 1/4	UND	46.000
Piedra de canto rodado	M3	20.000
Piedra de rio	M3	45.000
Pivote en aluminio para puerta en vidrio	UND	55.000
Polin de madera 0,05x0,05x3,0 mts	UND	3.300
Polin de madera 0,05x0,05x5,0 mts	UND	4.000
Poste de concreto de 12 mts	UND	730.000
Puerta en aluminio	M2	165.000
Puntilla	LIBRA	3.100
Plafón para bombillo	UND	1.200
Recebo seleccionado	M3	18.000
Registro de 1/2" en bronce	UND	16.000
Registro 1"	UND	16.500
Registro de bola de 1"	UND	14.500
Registro de bola de 1/2 "	UND	8.000
Registro de bola de 2 1/2"	UND	78.000
Reja en tubo cuadrado de 1"	M2	33.000
Rejilla para sifón de 2"	UND	7.000
Rejilla para sifón de 3"	UND	8.000
Perfil cuadrado de 10*10 cal 18	ML	8.000
Tablero general de medida 2.00 x 1.00 x 0.40 completo	UND	2.500.000
Tablero industrial de 3x150	UND	669.000
Tabla cepillada 0.30*0.03*3.0 mts	UND	9.000
Tabla corriente 0.30 *0,02*3.0 mts	ML	2.500
Tabla burra 0.30 *0.03 * 3.0 mts	UND	32.000
Tabla burra 0.30 *0.03 * 3.0 mts ordinaria	UND	25.000

Tabla burra 0.20 *0 .03 * 3.0 mts	UND	7.600
Tanque plástico ETERPLAST 1000 Lts	UND	203.000
Tanque plástico AJOVER 500 Lts	UND	108.000
Tanque plástico AJOVER 250 Lts	UND	65.000
Tapa registro	UND	10.500
Tapa tanque ETERPLAST y conexiones tanque	UND	73.000
Teja asbesto cemento	UND	32.000
Teja en fibra de carbon instalada	M2	75.000
Teja eternit N° 6	M2	40.000
Teja tipo Española, incluye ganchos y amarres	M2	46.500
Teja Superthermoacustica	M2	44.500
Terminal de PVC de 1"	UND	600
Terminal de PVC de 3/4"	UND	350
Terminal de PVC de 1/2"	UND	300
Terminal M.T. de 1"	UND	2.200
Terminal M.T. de 1 1/2"	UND	3.800
Thinner	GAL	14.400
Tornillo fijación	UND	1.600
Tornillo fijador de ala 1/4-14*7/8" Galv.	UND	500
Tornillo de compl. Madera AN-43	UND	1.200
Tornillo de compl. Metálico AN-43	UND	950
Tornillo completo can. 90	UND	2.400
Tornillo fijador de correa 11-16*3/4" Galv.	UND	2.938
Tornillo para fijación	UND	1.500
Tornillo para madera 2" x 12	UND	120
Tubería de concreto de 10"	ML	18.000
Tubería de cobre de 1/2"	ML	45.000
Tubería de cobre de 3/4"	ML	60.000
Tubería PVC P de 3/4" (desagues de aires)	ML	3.500
Tubería PVCP de 1/2 " RDE 9	ML	1.957
Tubería PVCP de 1/2 " RDE 13,5	ML	1.000
Tubería PVCP de 3/4 " RDE 13,5	ML	1.770
Tubería PVCP de 3/4" RDE 21	ML	1.770
Tubería PVCP de 1 1/2" RDE 21	ML	3.800
Tubería PVCP de 1" RDE 21	ML	2.450
Tubo PVC 1/2" 315 PSI	ML	2.000
Tubo HG 2 1/2" S/V	ML	40.000
Tubo PVC 2" 200 PSI	ML	18.500
Tubo PVC S de 8"	ML	32.000
Tubo PVC S de 6"	ML	38.000

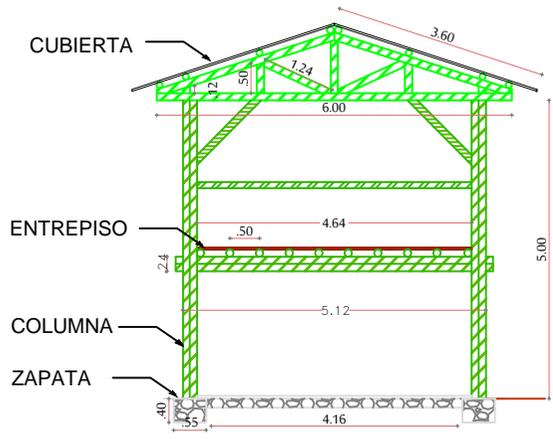
Tubo PVC S de 4"	ML	18.000
Tubo PVC S de 3"	ML	11.000
Tubo PVC S de 2"	ML	6.500
Tubo PVC S de 1 1/2"	ML	4.500
Tubo Conduit T. pesado PVC 2"	ML	10.000
Tubo Conduit T. pesado PVC 1 1/2"	ML	7.300
Tubo Conduit T. pesado PVC 1/4"	ML	2.250
Tubo Conduit T. pesado PVC 1"	ML	3.600
Tubo Conduit T. pesado PVC 3/4"	ML	2.500
Tubo Conduit T. pesado PVC 1/2"	ML	2.200
Tubo Conduit T. mediano PVC 1"	ML	1.400
Tubo Conduit T. mediano PVC 3/4"	ML	900
Tubo conduit T. mediano PVC de 1/2 "	ML	550
Tubo conduit metálico 1/2"	ML	3.400
Tubo conduit metálico 3/4"	ML	4.950
Tubo cuadrado	ML	4.500
Tubo cuadrado 1" #18	ML	3.500
Tubo fluorescente 2* 96	UND	7.000
Tubo fluorescente 2*48	UND	5.000
Tubo galvanizado S/U 1 1/4"	ML	34.000
Tubo galvanizado C/U 2"	ML	41.000
Tubo galvanizado de 2" cal. 16	ML	19.600
Unión PVC P 1"	UND	840
Unión PVC P 3/4"	UND	500
Unión PVC S 6"	UND	14.510
Unión PVC S 4"	UND	4.000
Unión PVC S 3"	UND	3.000
Unión PVC 1/2"	UND	320
Universal HG 1/2"	UND	3.100
Universal 1"	UND	4.300
Formaleta	día	8.700
Formaleta columnas M2	día	10.100
Gato Cap 15 ton	día	55.000
Guadañadora	día	40.000
Herramienta menor	%	10%
Mezcladora de concreto	Día	60.000
Vibrador de concreto	Hora	5.000
Vibrador de concreto	Día	40.000
Vibrocompactador	Día	65.000
Vibrocp. manual (Rana)	Día	40.000

Volqueta 3 m3	Hora	4.375
Volqueta 3 m3	Viaje	45.000
Volqueta 5 m3	Hora	9.375
Volqueta 5 m3	Viaje	80.000

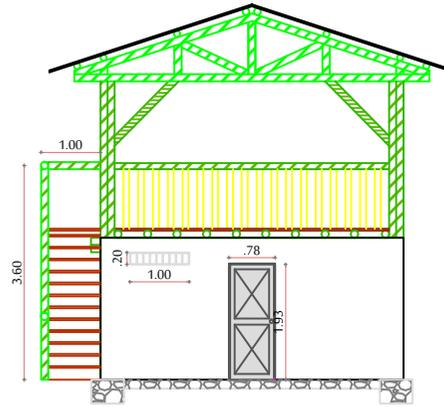
VISTA EN PLANTA CUBIERTA



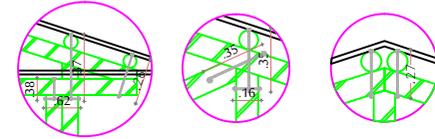
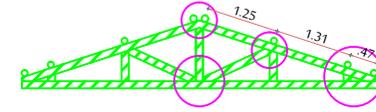
VISTA FRONTAL BENEFICIADERO



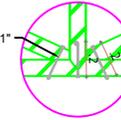
ESCALERA



DETALLES CERCHA

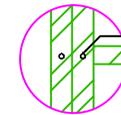
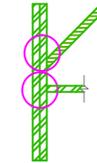


VARILLA ROSCADA Ø1"

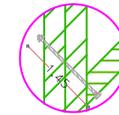


ESCALA: 1/150

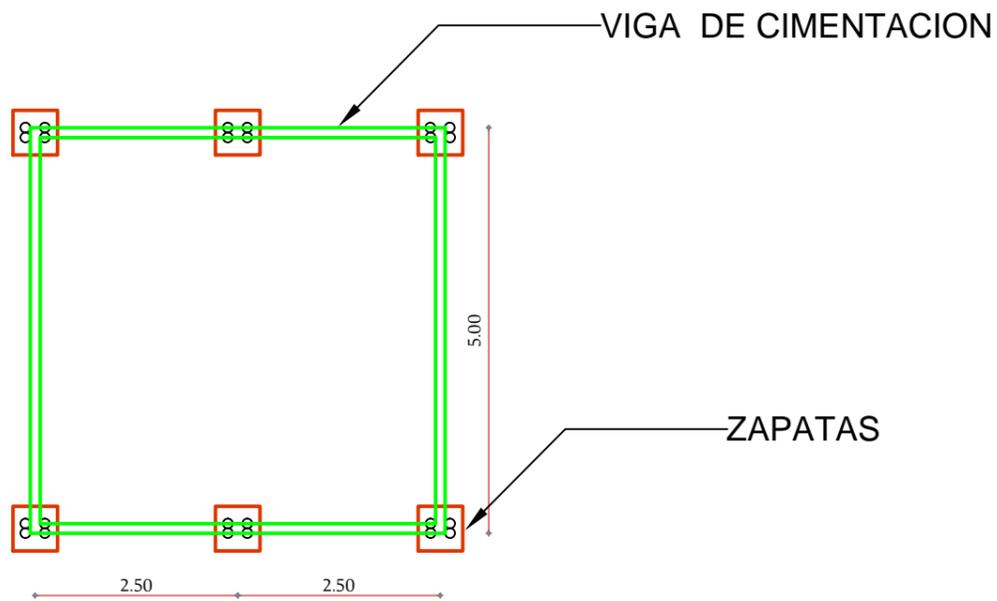
DETALLES COLUMNA



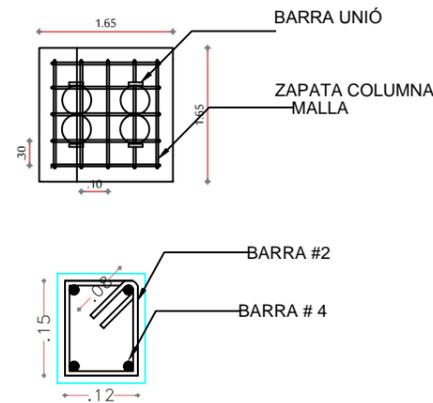
TUERCAS 1"



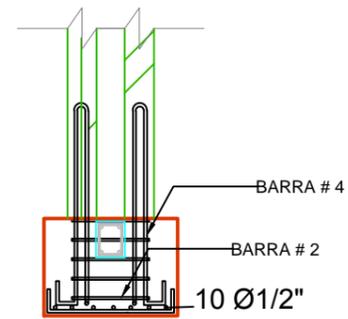
ESCALA: 1/150



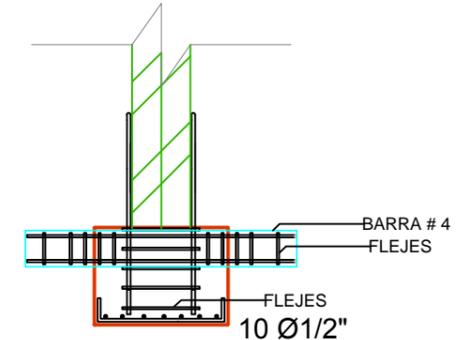
ZAPATA VISTA PLANTA



ZAPATA VISTA LATERAL

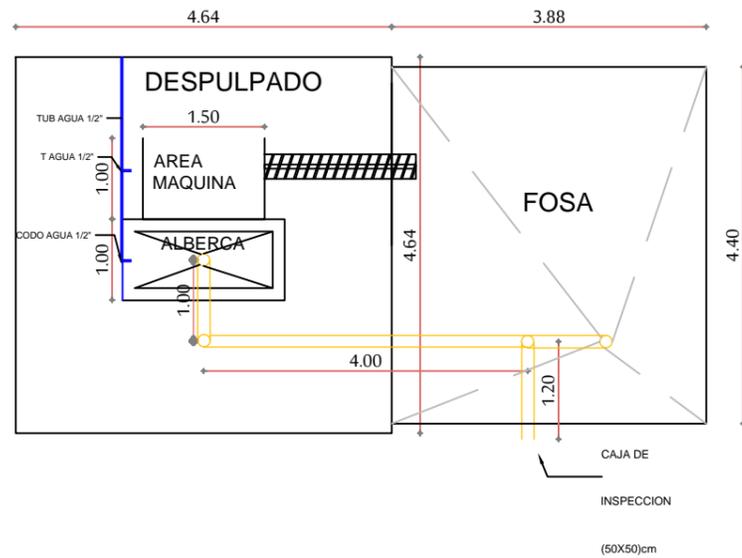


ZAPATA P2 VISTA FRONTAL

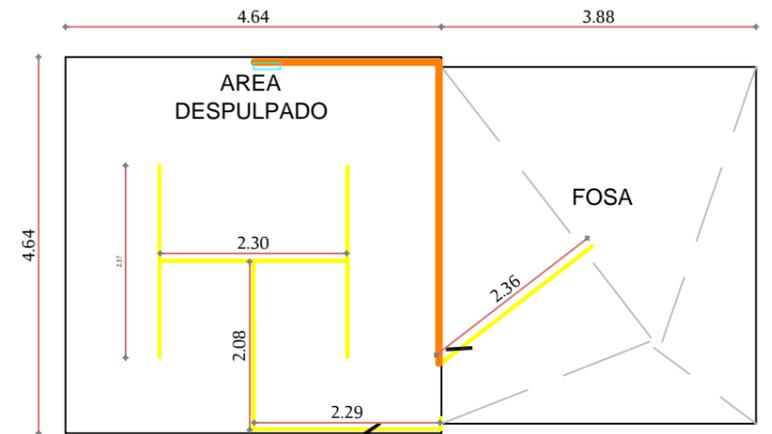


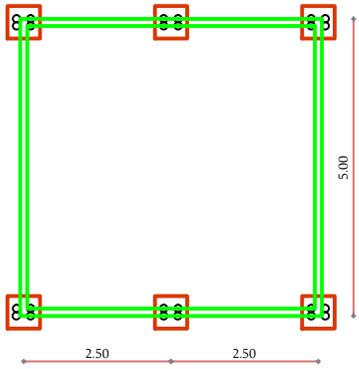
sin escala

CONEXIONES HIDROSANITARIAS

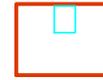
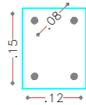


CONEXIONES ELÉCTRICAS



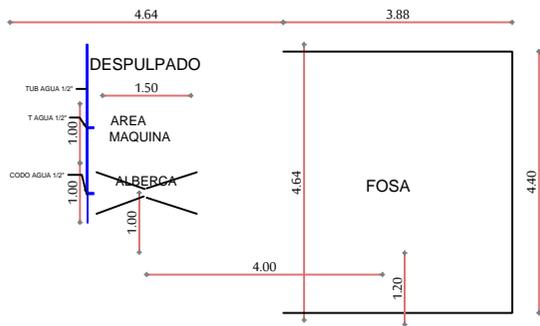


88

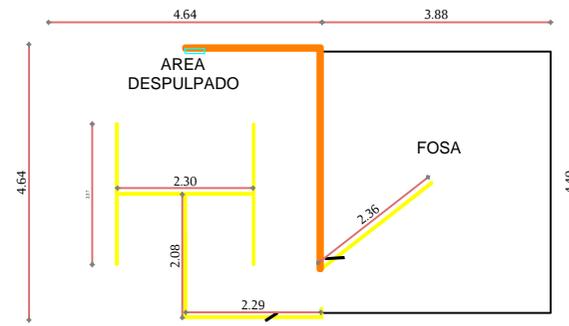


sin escala

CONEXIONES HIDROSANITARIAS



CONEXIONES ELÉCTRICAS



CARTILLA DIDACTICA

CONSTRUYA SU PROPIO BENFICIADERO EN GUADUA



UNIVERSIDAD SURCOLOMBANA

PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA

CARTILLA DIDACTICA
CONSTRUYA SU PROPIO BENEFICIADERO EN
GUADUA

"DISEÑO DE UN BENEFICIADERO ECOLÓGICO DE
CAFÉ UTILIZANDO LA GUADUA COMO MATERIAL
ESTRUCTURAL DESTINADO A PEQUEÑOS Y
MEDIANOS CAFICULTORES"

Trabajo de Grado.

ING.AGRICOLA RAUL LOPEZ PERDOMO

ING.AGRICOLA ALDEMAR RODRÍGUEZ OSORIO

Autores

ING.CIVIL HERNADO DIAZ LLANO

Director Trabajo De Grado

MSc. ING. CIVIL MAURICIO DUARTE TORO

ARQ. EMILIO OROZCO

Jurados

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Año: 2014



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA



FACULTAD DE
INGENIERÍA





PRESENTACION

El siguiente documento es una ayuda didáctica para que el pequeño o mediano caficultor aprenda a construir un beneficiadero de café utilizando la guadua.

El alto costo de construir un beneficiadero tradicional el transporte de materiales de mano de obra hace que el campesino caficultor invierta más en la construcción que en el medio ambiente, dejando esto de último en su inversión. muchos de estos beneficiaderos se construyen con créditos los cuales no siempre resultan bien planificados obligando al caficultor hacer hasta donde le alcance el dinero, en cambio con esa propuesta podrá llevar a cavo la construcción de la caseta de beneficio y el manejo de aguas y subproductos derivados del proceso de beneficio del café.

CONTENIDO

PRESENTACIO

1. ALISTE LAS HERRAMIENTAS:.....	5
2. ALISTE EL TERRENO:.....	6
3. ALISTE LA GUADUA.....	7
4. INMUNICE LA GUADUA.....	8
5. LISTADO DE MATERIALES.....	9
6. ZAPATAS.....	10
7. VIGA DE CIMENTACION Y PISO.....	11
8. CONEXCIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS.....	11
9. COLUMNAS.....	12
10. UNIONES.....	14
11. CUBIERTA (TECHO).....	15
12. VIGAS.....	16
13. ENTREPISO.....	16
14. MUROS.....	17
15. VISTA BENFICIADERO.....	18
16. ESCALERA.....	19
17. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.....	20
18. RECOMENDACIONES.....	21

ANTES DE INICIAR:

Antes de iniciar tenga en cuenta que esta cartilla vamos a explicar cómo construir un beneficiadero en guadua si usted no tiene ninguno, si usted ya tiene uno y lo quiere remodelar puede iniciar desde la construcción de las zapatas. Además si usted no tiene una Guaduas en su finca, y le toca comprarlas y ya se encuentran inmunizadas, llegue al paso 5.

1. ALISTE LAS HERRAMIENTAS:



NECESITAREMOS:

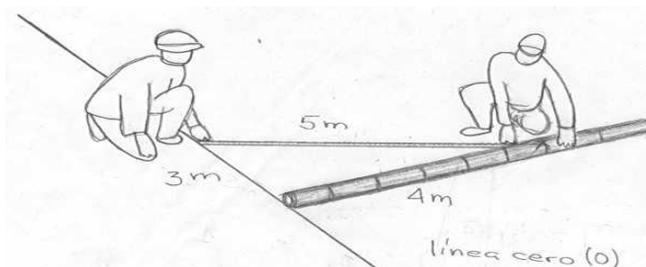
- ✚ Flexómetro (metro)
- ✚ Serrucho, sierra.
- ✚ Nivel y Manguera de nivel.
- ✚ Martillo, alicate, palustre, pala, pica, carretilla, machete.
- ✚ Taladro eléctrico o Villamarquin.

2. ALISTE EL TERRENO:



1. Limpie un terreno de 7 metros por 10 metros.
2. Retire la primera capa vegetal.
3. Después en el centro de este rectángulo dibuje con la ayuda de estacas y hilo un cuadrado de 5 metros por 5 metros que va hacer el área del beneficiadero, y enseguida de este un cuadrado de 4 por 5 para la fosa.

Si usted ya ha tenido Beneficiadero y quiere ubicarlo en el mismo lugar, debe tener en cuenta que el beneficiadero, no debe quedar pegado a la casa donde se vive, además que la subida a la escalera no sea complicada ni dificulte la subida de bultos. Además debe tener en cuenta la pendiente del terreno, dejar el Beneficiadero más elevado que la fosa y el sistema de tratamiento de aguas, permitiendo que el agua circule sin dificultad.



3. ALISTE LA GUADUA:

- ✚ Utilice las Guaduas que tengan un diámetro (ancho) de 10 y 12 centímetros.
- ✚ Corte la guadua que tenga entre 3 y 4 años de edad.
- ✚ Corte la guadua que tenga entre 7 y 8 metros de largo.
- ✚ Corte la guadua cuando esta no tenga hojas bajas, y solo en la copa dicha en otras palabras cuando este jecha.
- ✚ Corte la guadua cuando está presente manchas de algas de color blanco en su mayoría.



4. INMUNICE LA GUADUA:

Para aumentar su durabilidad y calidad debe inmunizar la guadua para este siga los siguientes pasos:

- ✚ Después de cortar la guadua deja parada y separada del suelo, entre 3 y 4 semanas permitiendo que esta se seque.
- ✚ Compre y mezcle las siguientes sustancias con mucho cuidado así:
 - 4 kilogramos de Bórax
 - 4 kilogramos de ácido Bórico.
 - 1 kilogramos de sulfato de Cobre
 - 100 litros de Agua.

O puede hacer la siguiente mezcla:

- 5 galones de A.C.P.M.
 - 1 unidades de Formol.
 - 1 unidad de Lorsbán líquido.
- ✚ Perfore cada entrenudo o cañuto de la guadua con una broca de 3/16.
 - ✚ Inyecte la mezcla ya preparada, de la primera mezcla inyecte unos 60 centímetros cúbico con una jeringa, o de la segunda unos 30 centímetros cúbicos en cada orificio, no olvidar de hacerlo con mucha precisión, para no generar desperdicios ni derrames. recuerde que las mezclas son toxicas, se recomienda realizar pequeñas cantidades de esta, de acuerdo a como valla utilizando.
 - ✚ Tapamos los orificios con barro al terminar retire el exceso.
 - ✚ Por último gire las guaduas para que se riegue y moje la mezcla inmunizante, al interior de la guadua.



5. LISTADO DE MATERIALES:

Después de alistar las herramientas el terreno y la guadua, alistamos los materiales los cuales deberán tener un área en la que se van a guardar, los materiales no debe estar sobre el suelo ni mojarse.

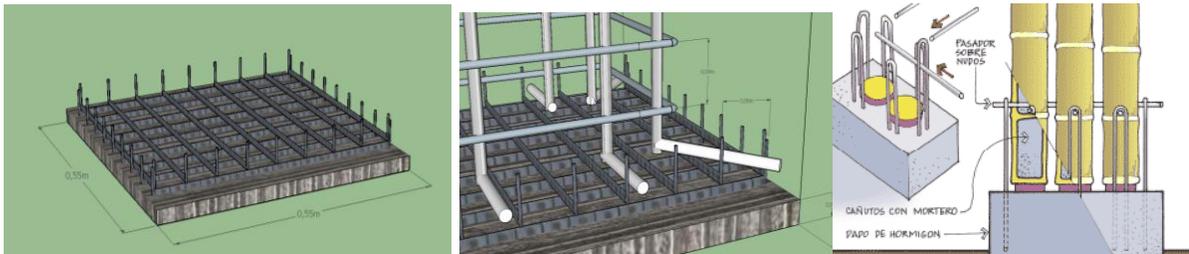
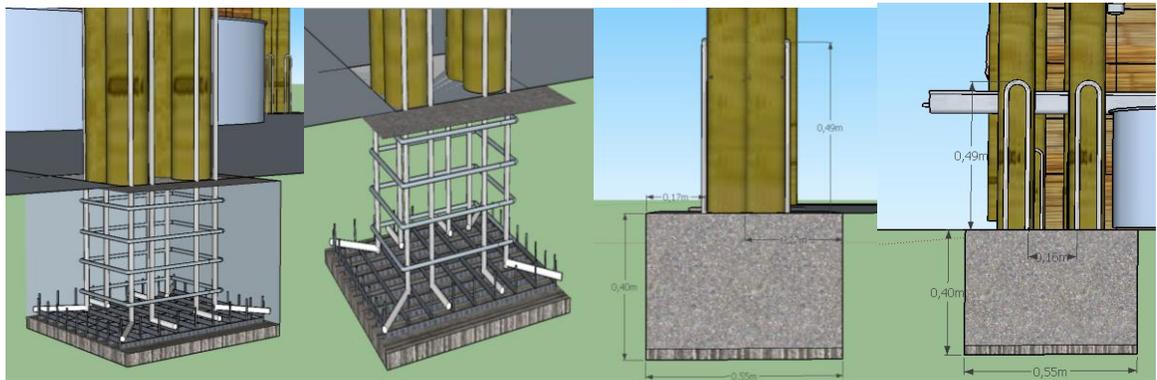
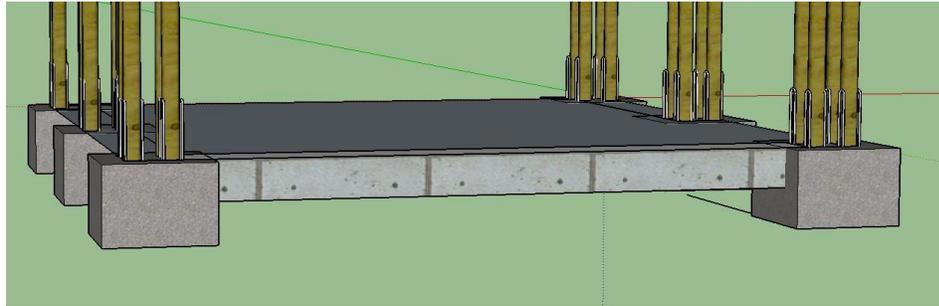
Los materiales:

- ✚ 20 Tejas de Zinc de 3.6 metros de largo.
- ✚ 60 guaduas de 5 metros de largo cada una.
- ✚ 5 pernos de 6 metros con 300 tuercas para las uniones.
- ✚ 5 bultos de cemento.
- ✚ 1 metro cubico de arena.
- ✚ 20 varillas de ½ pulgadas.
- ✚ 36 tablas de 2.5 metros de largo por 30 centímetros de ancho y 2.5 centímetros de espesor.
- ✚ 4 kilos de puntillas de 2 ½ pulgadas
- ✚ 3 kilos de amarres para las tejas.
- ✚ 2 tubos y accesorios de 3 pulgadas sanitario
- ✚ 1 tubo de ½ potable
- ✚ Puertas, ventanas, bombillos, interruptores, toma corrientes y cable para conexiones eléctricas.



6. ZAPATAS:

Se construirá seis zapatas de 55 centímetros por 55 centímetros de lado y una profundidad de 40 centímetros. En el dibujo en el suelo que se había realizado de 5 m por 5m ubicaremos las 6 guadas, cuatro en las esquinas y las otras 2 en medio de los dos lados del beneficiadero, a 2.5 metros de las esquinas.

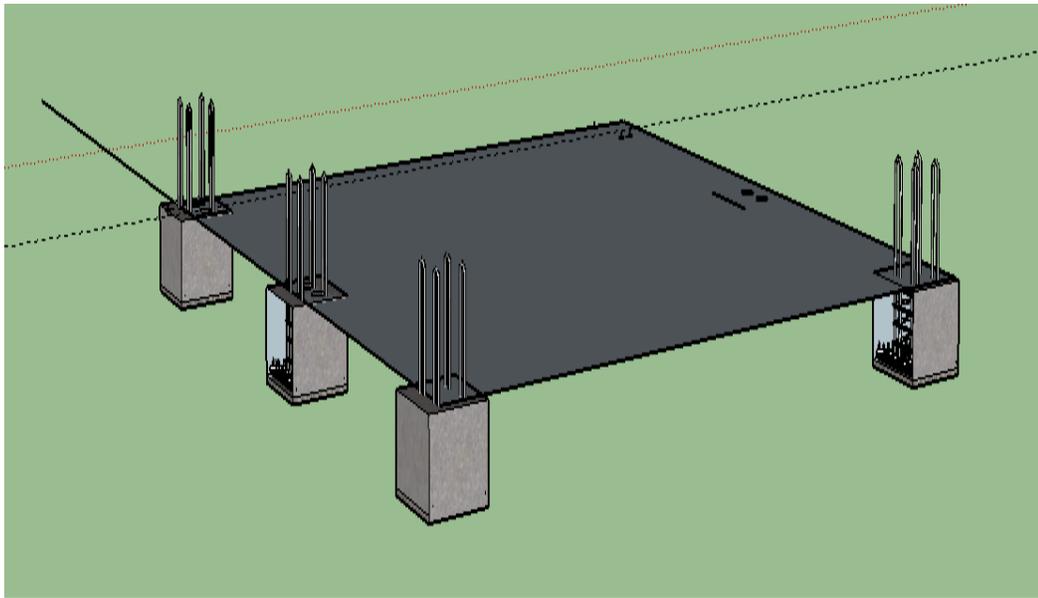


La zapata tendrá una MALLA de 5 VARILLAS de 3/8 por 5 separadas cada 10 centímetros, en esta parilla ubicaremos unas varillas curvada de ½ pulgada las cuales medirán 90 centímetros, y sobresales unos 50 cm de la zapata. Después de hacer los respectivos amarres, fundimos nuestra zapata con una mezcla de cemento arena y agua (mortero). Además hay que dejar que sobresalga unos 30 centímetros del nivel del suelo la fundición.

7. VIGA DE CIMENTACION Y PISO:

Las vigas de amarre irán de columna a columna, con de varilla de $\frac{1}{2}$ pulgada, con flejes de varilla de $\frac{3}{8}$ cada 10 centímetros, fundida con mortero. las mediadas son vigas de 15 cm de alto por 12 cm de ancho.

El piso se construirá de 3 centímetros de espesor los cuales tendrán una malla electro soldada preferiblemente o si no un malla de varillas de numero 1 separadas cada 10 centímetros y una mezcla de mortero para su fundición.



8. CONEXIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

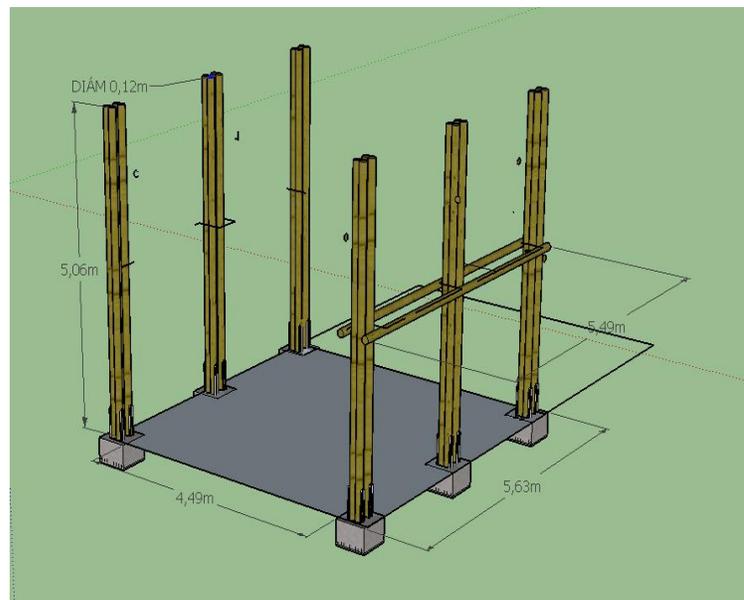
Las instalaciones hidráulicas no deberán atreverse sobre los elemento de cimentación como las zapata y las vigas de cimentación, la tubería a utilizar será tubos de 3 pulgadas para la pate de desagüe, y par ale agua de servicio tobos de $\frac{1}{2}$ pulgada.

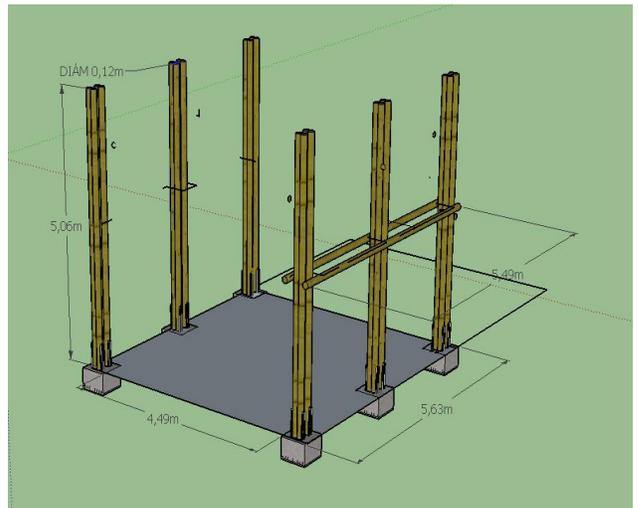
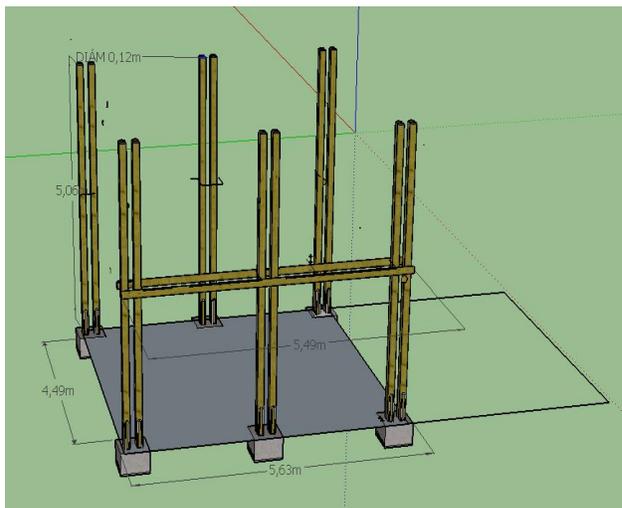
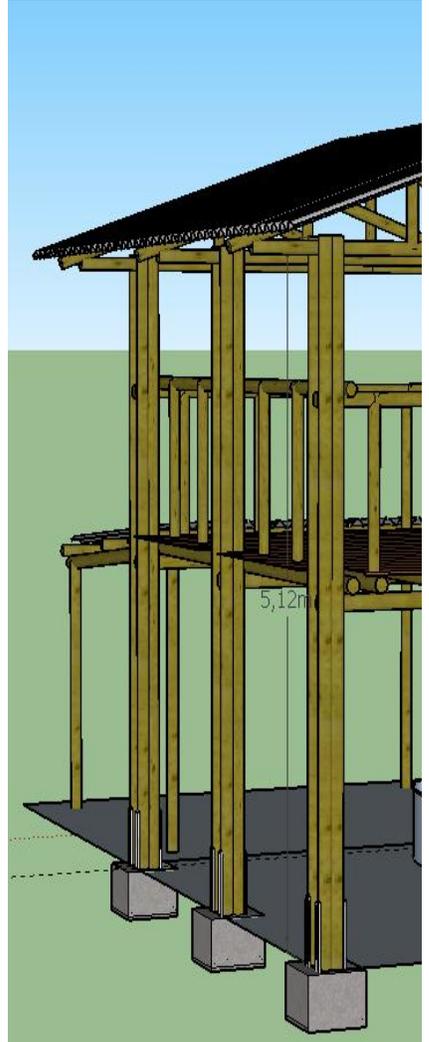
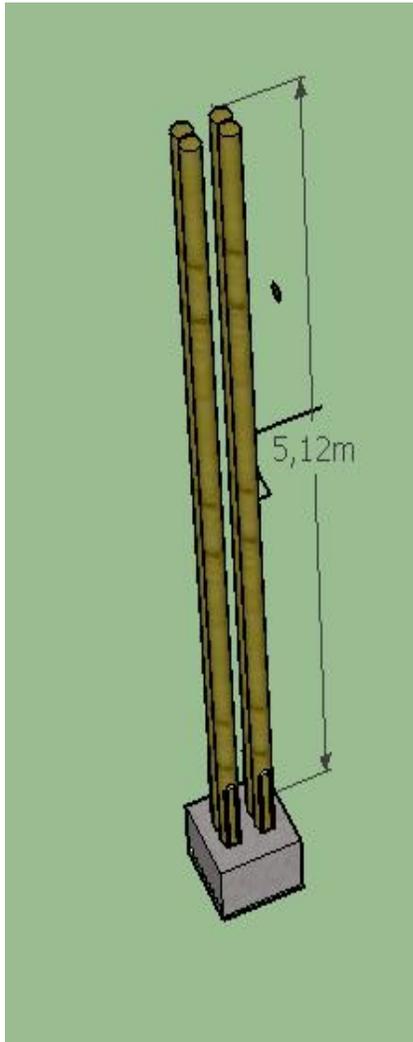
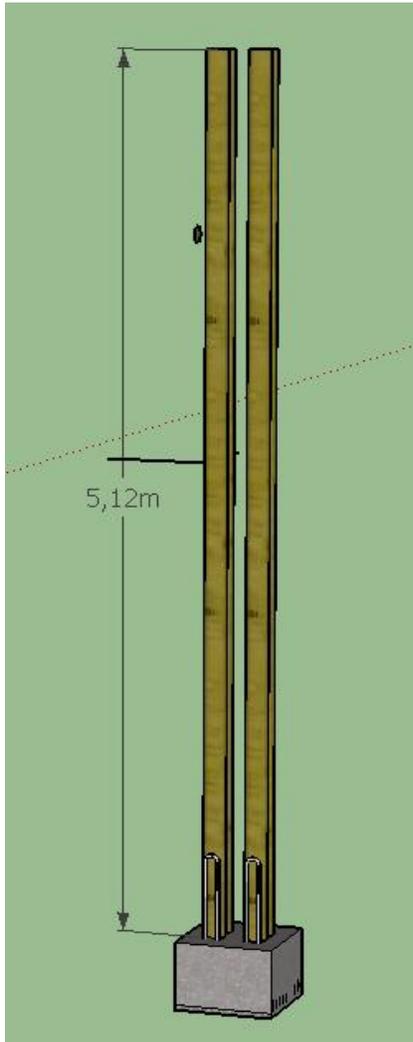


9. COLUMNAS:

Las columnas serán dos pares de guadua unidas, de 4.7 metros de largo cada una y de 12 centímetros de diámetro. Estos pares de guaduas se unen a las zapatas por las varilla que sobresalen de la zapata, primero un par y luego el otro, se perforan los pares y se les atraviesan una varilla roscada y se asegura esta con tuerca a cada lado.

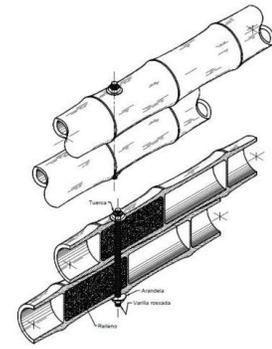
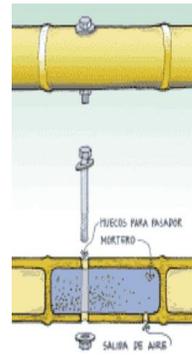
Hay que tener precaución con que las guaduas se inclinen y se caigan, por lo tanto se deben apuntalar antes de unir con a las vigas.





10. UNIONES:

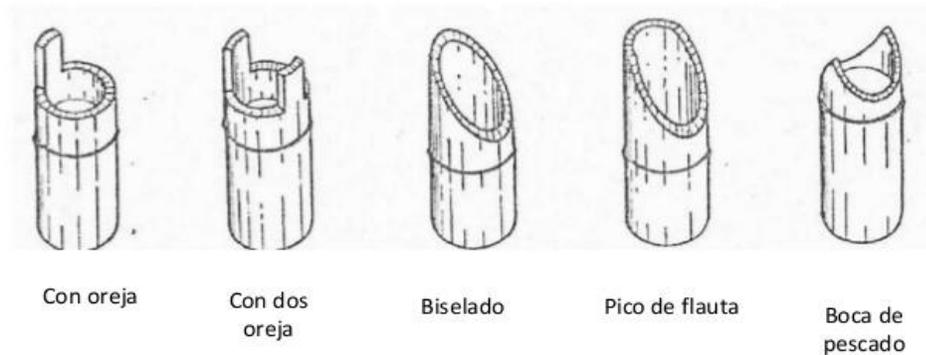
Las mayorías de las uniones se harán con varillara roscada (pernos) de 1" pulgada aseguradas con tuercas y arandelas en los extremos, estas se cortan de acuerdo a la longitud transversal de la unión o ancho de esta. Para hacer las uniones se necesita un talador o Vllamarquin, con broca de 1" larga, la cual permita atravesar toda la unión.



Las uniones en las que la guadua sufre aplastamiento y donde requiera se le de agregar por medio de un orificio en los cañutos unidos una mezcla de mortero (cemento-agua y arena). Recordar que los pernos o varillas roscadas den ser galvanizadas. Existen otras uniones que utilizan platinas las cuales ayudan mucho a asegurar las uniones. Además de realizarle a la guadua cortes para facilitar la conexión, se recomienda hacer el corte de boca de pescado, biselado y pico de flauta. Por ultima las uniones en cercha llevaran una varilla en forma de gancho la cual se utiliza en uniones en (T) este gancho se asegura con otra varilla que lo atraviesa y lo fija.

Detalles constructivos

- Entalladuras utilizadas en las piezas de bambú



11. CUBIERTA (TECHO):



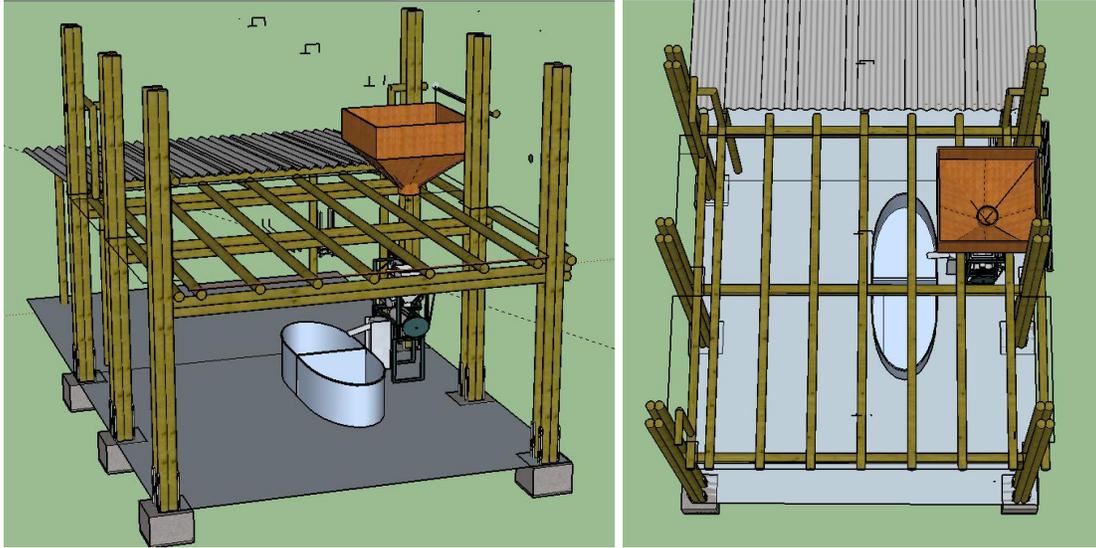
Primero elabora las cerchas en el suelo antes de subirlas y amarrarlas a las columnas. Una vez tenga cortados todos los tramos de guadua únalos con varillas roscada trate de hacer lo mejores corte en los extremos. Después de tener las 3 cerchas con la ayuda de lasos y sogas amarre primero las cerchas, después asegure con las varillas roscada (pernos).



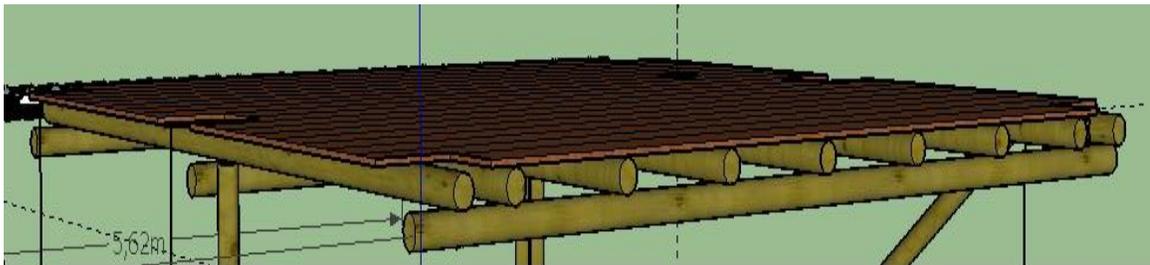
Después coloque las riostras o guaduas que ayudaran apuntalar la cercha con la columna, después coloque las correaras y asegúrelas, 4 hacia un lado y cuatro hacia el otro lado. Por último coloque las tejas de zinc, asegure la primera, la segunda colóquela 15 centímetros o dos canaletas, por encima de la primera, así sucesivamente hasta terminar un lado y después el otro.

12. VIGAS:

Se construirán 3 vigas estas se ubicaran a 2.5 metros del nivel del suelo. Las vigas estarán conformadas por dos guadua de 5.40 metros de largo, las cuales se unirán a lo largo por varillas roscada (pernos) y a su vez se unirán con las columnas de la misma forma, tener a la mano nivel y escuadra para evitar complicaciones a la hora de poner el entablado.



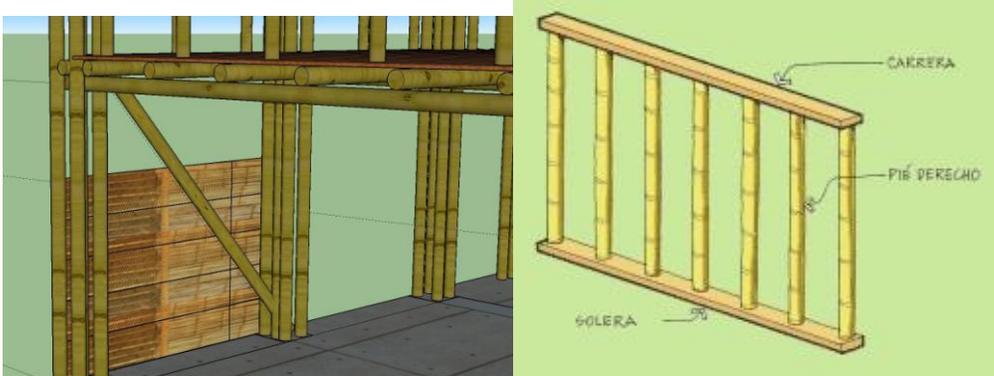
13. ENTREPISO:



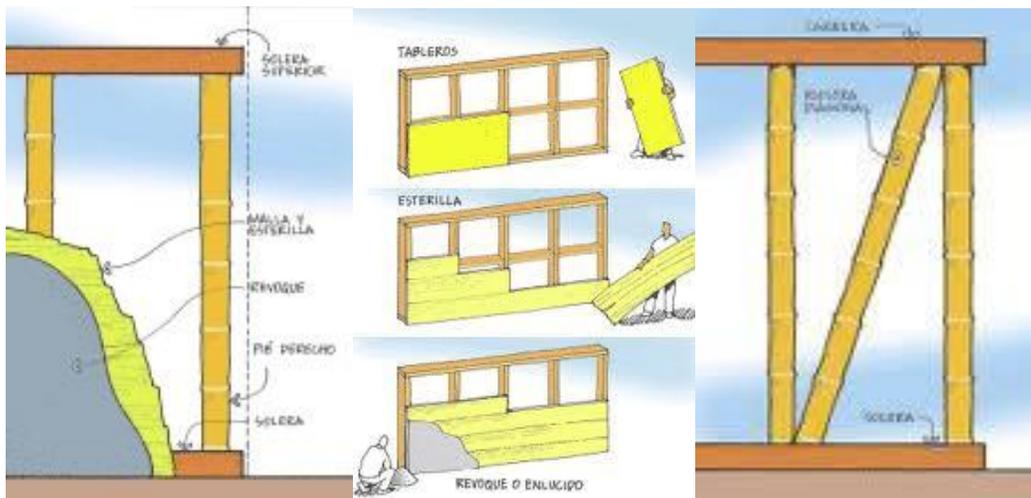
Después de ubicar y asegurar las vigas principales, comenzamos a colocar las vigas secundarias las cuales serán una guadua separada cada 50 centímetros, estas también aseguradas por pernos, un total de 10 guaduas. Sobre estas comience a ubicar los tabloncillos de madera de 2.5 metros de largo por 30 centímetros de ancho y 2.5 cm de espesor, utilice escaleras, martillos, puntillas, alicates escuadra y nivel, para garantizar un buen trabajo.

14. MUROS:

Los muros que construiremos serán muros no estructurales, lo que significa que estos no soportaran ninguna carga de las vigas además si usted no necesita de estos puede omitir este paso. Los muros de bahareque encementado se conforman con un entramado de guadua y/o maderas compuestas por elementos horizontales llamados soleras (la solera superior también se llama carrera), elementos verticales llamados pie derecho, y recubrimiento de mortero de cemento.

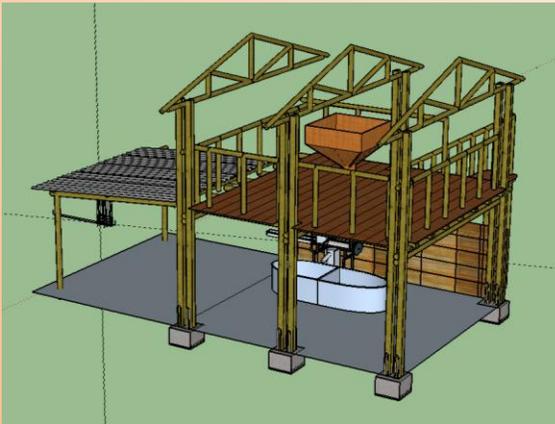
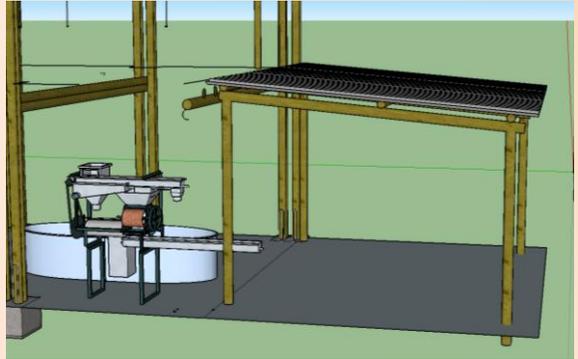
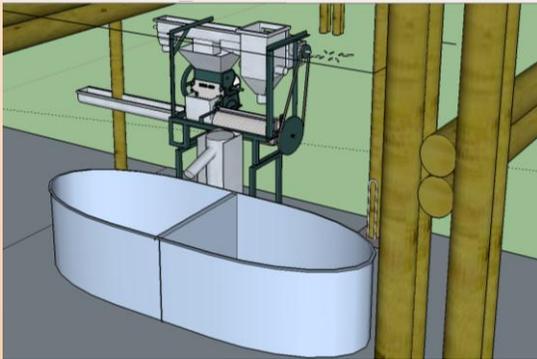
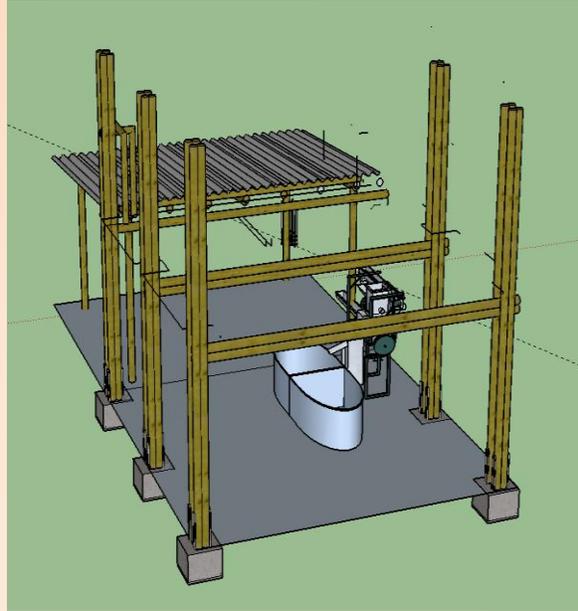
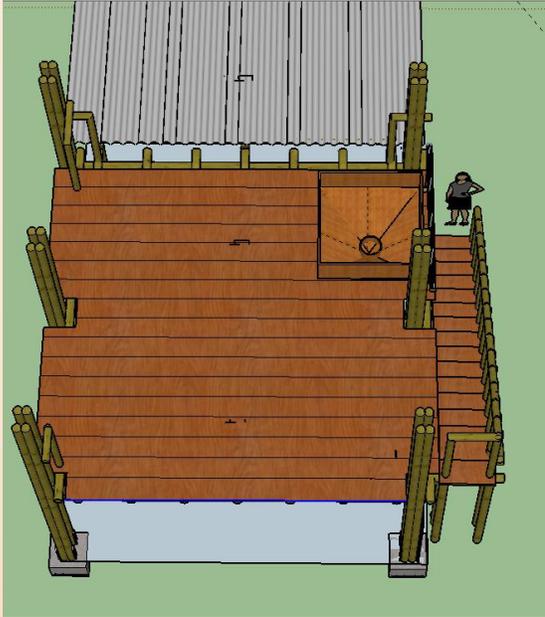


El recubrimiento de mortero se aplica sobre una malla de alambre delgado (como malla de pollos o malla cuadrada) o sobre malla de lamina expandida como la que se utiliza para revoques. La malla se puede clavar directamente sobre las guadas o sobre la esterilla de guadua que a su vez se clava contra las guadas.

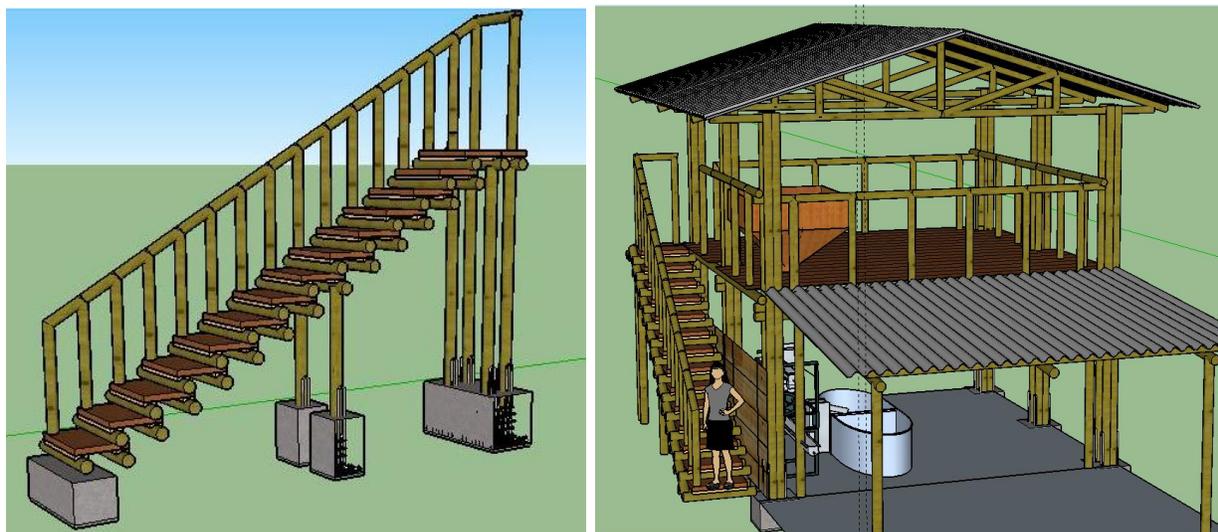


Los muros serán de 13 centímetros de ancho por 2.5 metros de largo, la solera al igual que el diámetro de la guadua a utilizar serán de 10 centímetros.

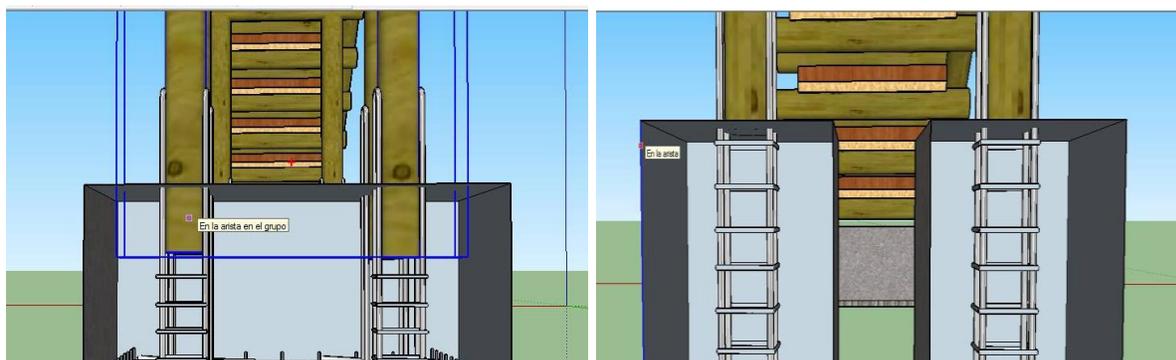
15. VISTA DEL BENEFICIADERO.



16: ESCALERA.



La escalera se propone construirla en guadua, se espera que si llegan a utilizar otra esta posee barandas, y una mínima robustecida, que permita que soporte las duras condiciones de trabajo. Se propones que la escalera valla hacia un lado del beneficiadero ayudándose de este, a disminuir espacio y materiales y esfuerzos. Tanto la baranda como los pedestales u columnas de la escalera serán de guadua, los escalones de madera. La escalera tendrán dos tipos de ZAPATA las primera más pequeñas, son las del centro las cuáles serán dos así: zapata de 35 cm por 40 cm y una altura de 60 cm, el otro tipo de zapata será una sola que agarre los dos columnas de guadua, y medirá 1.20 metros de largo unos 55 cm de ancho y 60 cm de alto. Al igual que las del centro estas zapata sobresaldrán unos 30 centímetros del nivel del suelo.



SEGUNDO TIPO DE ZAPATA

PRIMER TIPO DE ZAPATA

15: RECOMENDACIONES

- ✚ Asesorarse de un buen maestro de construcción.
- ✚ Asesorarse del extensionista de café.
- ✚ Evitar el desperdicio y la pérdida de materiales para la construcción.
- ✚ Si compra guaduas asegurarse de su procedencia, su legalidad y su calidad.
- ✚ Esta cartilla es apenas un insumo, lo demás ya lo sabe usted, no olvidar cerciorarse de la estabilidad y rigidez de las uniones.
- ✚ Al trabajar con estos materiales proteja sus manos, ojo, cabeza y pies.
- ✚ Use gafas, guantes, y ropa apropiada.
- ✚ Evite la presencia de niño en la construcción, trate de delimitar o encerrarla para evitar lesiones a terceros.
- ✚ Después de construir el beneficiadero EVALÚE las uniones, guaduas y madera periódicamente.
- ✚ Por ningún motivo deje de implementar un sistema de tratamiento de aguas, ya sea el tradicional con desnatador y dos filtros o y el propuesto.
- ✚ No olvidar que tanto los materiales, herramientas y trabajadores duran y rinde mientras usted los cuide.



.BENEFICIADERO SENA-YAMBORO. PITALITO