



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El
Tingo-Amazonas-2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Caballero Tocto Felicia (orcid.org/0000-0001-6982-6888)

Carhuatanta Romero Santos Valenty (orcid.org/0000-0003-2966-1921)

ASESOR:

Mg. Meza Rivas Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-4258-4097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria.

A mis padres

Eliseo & Felicia; que, aunque estén en cielo quiero que de alguna forma sepan que no me rendí, gracias a su confianza e infinito amor.

Felicia Caballero Tocto.

A mis padres y Abuelos

Nery Romero Abanto y Santos Carhuatanta Suarez por haberme permitido darme esta gran oportunidad y de igual forma quien yo adopte como una figura paterna mi abuelo Valentín Romero Hernández y mi abuela María Suarez Serrano, aunque no estén presente siempre los llevaré en mi corazón.

Carhuatanta Romero Santos Valenty

Agradecimiento.

A mi esposo e hijos.

Por haberme apoyado incondicionalmente a cumplir con mis metas, impulsándome cada día a no rendirme.

Felicia Caballero Tocto.

A mis Padres y Familia

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por brindarme salud y vida como también agradecer a mis Padres de haberme apoyado en este camino profesional ya que si no fueran por ellos no estaría en esta nueva etapa de mi vida y a mi Hermana por brindarme su apoyo emocional y cariño.

Carhuatanta Romero Santos Valenty

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.	ii
Agradecimiento.	iii
Índice de contenidos.	iv
Índice de tablas.	vi
Índice de gráficos y figuras.	vii
Resumen.	x
Abstrac.	xi
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO.	4
III. METODOLOGÍA.	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.	25
3.1.1. Tipo de investigación.	25
3.1.2. Diseño de investigación.	25
3.2. Variables y operacionalización de variables.	25
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.	25
3.3.1. Población.	25
3.3.2. Muestra.	26
3.3.3. Muestreo.	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	27
3.5. Procedimientos.	28
3.5.1. Diagrama de flujo de procedimiento	28
3.6. Métodos y análisis de datos.	29
3.7. Aspectos éticos.	29
IV. RESULTADOS	31
4.1. Propiedades del bambú	31
4.1.1. Propiedades físicas.	31
4.1.1.1. Contenido de humedad:	31
4.1.1.2. Densidad.	31
4.1.1.3. Contracción volumétrica.	32
4.1.2. Propiedades mecánicas	33
4.1.2.1. Compresión.	33
4.1.2.2. Resistencia a la flexión.	34

4.1.2.3.	Resistencia a la tracción paralela a la fibra.	34
4.1.2.4.	Resistencia al corte.	35
4.1.2.5.	Módulo de elasticidad.	35
4.2.	Estudio de suelos.	36
4.2.1.	Capacidad portante de suelo.	37
4.3.	Diseño arquitectónico de vivienda.	38
4.3.1.	Plano de Distribución.	39
4.3.2.	Plano de cortes.	41
4.3.3.	Plano de elevación.	43
4.4.	Análisis sísmico.	43
4.4.1.	Análisis estático.	48
4.4.2.	Análisis dinámico modal espectral.	50
4.5.	Diseño estructural	52
4.5.1.	Diseño de vigas	53
4.5.2.	Diseño de columnas.	60
4.5.3.	Diseño de cimentación	65
4.5.4.	Diseño de uniones mediante conexiones.	68
4.6.	Instalaciones.	70
4.6.2.	Instalaciones eléctricas.	70
4.6.3.	Instalaciones sanitarias.	77
V.	DISCUSIÓN.	81
VI.	CONCLUSIONES.	85
VII.	RECOMENDACIONES.	86
	REFERENCIAS	87
	ANEXOS	94
	ANEXO N° 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	95
	ANEXO N° 02: ANÁLISIS DE SUELOS.	97
	ANEXO N° 03. PLANOS DE ARQUITECTURA.	111
	ANEXO N° 04. PLANOS DE ESTRUCTURAS.	114
	ANEXO N° 05. PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	119
	ANEXO 06. PLANOS DE INSTALACIONES SANITARIAS.	122

Índice de tablas.

Tabla 1.Esfuerzos admisibles del bambú (guadua angustifolia).	10
Tabla 2.Contenido de humedad.	31
Tabla 3.Densidad.	32
Tabla 4.Módulo de elasticidad.....	35
Tabla 5.Tabla de distribución de áreas	40
Tabla 6.Cuadro de vanos de ventanas.....	42
Tabla 7.Cuadro de vanos de puertas.	43
Tabla 8. Cortante mínima.....	51
Tabla 9.Desplazamientos de edificación.	52
Tabla 10. Esfuerzos admisibles.....	53
Tabla 11.Tablero de distribución general.	72
Tabla 12.Capacidad de alimentadores	75
Tabla 13. Distancia, diámetro de tubería y accesorios del sistema de agua potable.	78
Tabla 14.Distancia, diámetro de tubería y accesorios del sistema de desagüe. ...	79

Índice de gráficos y figuras.

Figura 1.Bosque de bambú.	6
Figura 2.Curado en mata.	11
Figura 3.Curado por inmersión.....	11
Figura 4.Método de transpiración de las hojas	12
Figura 5. Curado por inmersión ácido bórico, bórax y dicromato de sodio	12
Figura 6.Trazo y cimentación.	14
Figura 7.Sobrecimiento y fierro de construcción para conectar columna.....	14
Figura 8.Compactación, nivelación y llenado de piso.	15
Figura 9.Esquema de instalación eléctrica en Bambú.	15
Figura 10.Esquema de instalación de agua en bambú.	16
Figura 11.Esquema de instalación de desagüe en bambú.	16
Figura 12.Detalle de colocado de columna con cimiento.....	17
Figura 13.Llenado de mortero para fijar columna con cimiento.	17
Figura 14.Detalle de muro portante, con solera de madera.....	18
Figura 15.Llenado y recubrimiento de muro portante.	18
Figura 16.Muro de quincha y muro Ipirti.	19
Figura 17.Muro panel romero y muro paneles varios.	19
Figura 18.Ejemplo de fijado de viga en columna.	19
Figura 19.Entrepiso de caña de bambú.....	20
Figura 20.Entrepiso de entablado de madera.....	21
Figura 21.Colocación de correas.....	21
Figura 22.Pies amigos para soporte de alero.	22
Figura 23.Cubierta tipo asfáltico sobre panel de madera	22
Figura 24.Cubierta de cañas de bambú.	22
Figura 25.Cubierta de hojas de bombonaje.....	23
Figura 26.Distrito El Tingo.....	26
Figura 27.Capital del Tingo - Nuevo tingo	26
Figura 28.Diagrama de flujo de procedimiento	28
Figura 29.Contracción volumétrica encontrada por tesistas locales en la región amazonas. Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza.	33
Figura 30.Ensayo a la compresión paralela a la fibra.	33
Figura 31.Ensayo a la compresión perpendicular a la fibra.	34

Figura 32. Ensayo de la resistencia a la flexión.....	34
Figura 33. Ensayo de la tracción.	35
Figura 34. Ensayo de la resistencia al corte con nudo y sin nudo.	35
Figura 35. Estratos del suelo donde se realizará la construcción.	36
Figura 36. Calicata y panorama de terreno.	37
Figura 37. Calicata, se observa el tipo de material que tiene el suelo.	37
Figura 38. Capacidad admisible de carga, resultados de análisis de suelo.	38
Figura 39. Zona de proyecto.	39
Figura 40. Densidad habitacional.	39
Figura 41. Primer nivel, distribución.	40
Figura 42. Segundo nivel, distribución.	41
Figura 43. Corte A-A.	42
Figura 44. Corte B-B.	42
Figura 45. Elevación frontal.....	43
Figura 46. Modelo estructural.....	45
Figura 47. Asignación de carga super dead: pesos acabados, carga viva en techos 1 y 2 (elementos frame)	47
Figura 48. Asignación de carga super dead: pesos acabados, carga viva en techos 1 y 2 (elementos shell)	48
Figura 49. Asignación de coeficiente basal en el programa Etabs v19.....	49
Figura 50. Estimación de peso para una edificación categoría C, corresponde 100%CM+25%CV	50
Figura 51. Masa participativa según ETABS v19.	50
Figura 52. Espectro pseudo aceleración.	51
Figura 53. Datos de vigueta y correas 1C1F-D=12CM.....	54
<i>Figura 54. Datos de vigas de borde interior 1c2f-d=12cm</i>	<i>54</i>
Figura 55. Datos de vigas de borde exterior 1C2F-D=12CM.....	55
Figura 56. Datos de vigas de (techo 1)1C2F-D=12CM.....	55
Figura 57. Datos de vigas (Techo2) 1C2F-D=12CM.	56
Figura 58. Diagrama de Momento flector en vigas, viguetas y correas, columnas	56
Figura 59. Diagrama de fuerza cortante en vigas, viguetas y correas, columnas ..	57
Figura 60. Diseño de vigueta y correas 1C1F-D=12CM	57
Figura 61. Diseño de Viga de borde interior 1C2F-D=12CM	58

Figura 62. Diseño de Viga de borde exterior 1C2F-D=12CM	58
Figura 63. Diseño de vigas (Techo1) 1C2F-D=12CM.....	59
Figura 64. Diseño de vigas (Techo2) 1C2F-D=12CM.....	59
Figura 65. Diseño de diagonales 1C1F-D=12CM.....	61
Figura 66. Diseño de Columna borde interior C1: 2C2F-D=12CM.....	62
Figura 67. Diseño de Columna borde exterior C1: 2C2F-D=12CM.....	63
Figura 68. Diseño de columna central C2: 2C CF 2F-D=12CM.....	64
Figura 69. Diseño de Columna C3: 1C2F-D=12CM	65
Figura 70. Verificación de presiones en el suelo, según Etabs v19	66
Figura 71. Área de acero en zapatas, según Etabs v19	67
Figura 72. Diseño de acero en zapatas, según Etabs v19	67
Figura 73. Diseño de aceros de conexión entre cimentación y columnas.....	68
Figura 74. Diseño de uniones longitudinales mediante piezas de madera	69
Figura 75. Diseño de uniones perpendiculares y diagonales mediante pernos.	69
Figura 76. Diseño de conectores en elementos compuestos: vigas 1C2F-D=12cm	70
Figura 77. Requisitos mínimos de iluminación de la norma EM.010 en una vivienda.	71
Figura 78. Flujo luminoso de luminarias.	71
Figura 79. Eficiencia luminosa.	72
Figura 80. Capacidad de conductores de cobre aislado.	74
Figura 81. Código nacional de electricidad.....	76
Figura 82. Diagrama de flujo unifilar-planos instalaciones eléctricas.....	76
Figura 83. Plano de distribución en planta.	112
Figura 84. Planos de cortes y elevaciones.	113
Figura 85. Plano de cimentación.	115
Figura 86. Plano de entablado de entrepiso.	116
Figura 87. Plano de techo 1.	117
Figura 88. Plano de techo 2.	118
Figura 89. Plano de instalaciones eléctricas.	120
Figura 90. Plano de instalaciones eléctricas- detalles.	121
Figura 91. Plano de instalaciones sanitarias.	123

Resumen.

La presente investigación tuvo como lugar de estudio el distrito, El Tingo en la provincia de Luya - Región Amazonas. En esta parte del país la mayoría de las viviendas estas construidas de manera informal, es decir sin el criterio de un profesional, los materiales más usados son el adobe, madera rolliza y en algunos casos material noble, por otro lado podemos agregar a esta problemática el aumento de los costos de los materiales de construcción en el último año, esto conlleva a que la calidad de vida de la población sea precaria, una alternativa para poder salir de esta situación es aprovechar los materiales que nos brinda la naturaleza y obtener beneficios económicos, sociales, etc., para ello se propone el uso del bambú en las construcciones de la zona, además usar este material también conllevaría al cultivo masivo de esta planta muy beneficiosa para el medio ambiente.

Esta investigación fue de tipo descriptiva-explicativa- no experimental, ya que el objetivo general fue diseñar estructuralmente una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas y para lograr este objetivo general nos apoyamos de los siguientes objetivos específicos ; identificar las propiedades físicas y mecánicas del bambú según la norma E.100; realizar el estudio de suelos el cual nos ayudó en encontrar la capacidad portante de la zona donde se realizó la propuesta de la vivienda; realizar un diseño arquitectónico , realizar el análisis sísmico, realizar el diseño estructural y finalmente realizar las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Para poder realizar esta investigación nos apoyamos de los software Excel (hojas de cálculo), AutoCAD(planos), ETABS(análisis sísmico y diseño estructural) finalmente se pudo diseñar una vivienda de 256 m² incluida su área libre, el suelo fue el adecuado para la construcción el factor $Z= 0.25$, el tipo de suelo fue S2; la categoría de la vivienda fue de tipo C; es así que cumpliendo con los parámetros sísmicos establecidos en la norma E.030 se analizó y diseño la estructura, dando como resultado una edificación sismorresistente que podría construirse en la zona.

Palabras clave: Bambú, Vivienda, Análisis sísmico, Diseño estructural.

Abstract

The present investigation had as place of study the El Tingo district in the province of Chachapoyas-Amazonas Region. In this part of the country, most of the houses are built informally, that is, without the criteria of a professional, the most used materials are adobe, round wood and in some cases noble material, on the other hand we can add to this problem the increase in the costs of construction materials in the last year, this leads to a precarious quality of life of the population, an alternative to get out of this situation is to take advantage of the materials that nature provides us and obtain economic benefits , social, etc., for this the use of bamboo is proposed in the constructions of the area, in addition to using this material it would also lead to the massive cultivation of this very beneficial plant for the environment. This research was of a descriptive-explanatory-non-experimental type, since the general objective was to structurally design a rural house using Bamboo in El Tingo-Amazonas and to achieve this general objective we rely on the following specific objectives; identify the physical and mechanical properties of bamboo according to the E.100 standard; carry out the soil study which helped us to find the bearing capacity of the area where the housing proposal was made; carry out an architectural design, carry out the seismic analysis, carry out the structural design and finally carry out the electrical and sanitary installations.

In order to carry out this investigation, we used the Excel software (spreadsheets), AutoCAD (plans), ETABS (seismic analysis and structural design) finally it was possible to design a house of 256 m² including its free area, the soil was adequate for the construction the factor $Z= 0.25$, the type of soil was S2; the housing category was type C; Thus, complying with the seismic parameters established in the E.030 standard, the structure was analyzed and designed, resulting in an earthquake-resistant building that could be built in the area.

Keywords: Bamboo, Housing, Seismic analysis, Structural design.

I. INTRODUCCIÓN.

Con el pasar de los años hemos sido testigos de la importancia del desarrollo de proyectos sustentables en el mundo de la ingeniería civil, si bien es cierto la gran mayoría de materiales que se usan en las construcciones civiles son grandes contaminantes para nuestro planeta sin embargo a pesar de ello las construcciones civiles son un aporte fundamental en la economía mundial por esa razón se tiene que dar nuevas propuestas en cuanto al tipo de material a usar.

Miranda, et al. (2018) nos habla del desafío para los ingenieros y arquitectos de la actualidad para lograr diseños según la realidad climática del lugar, con una arquitectura realista usando eficientemente los recursos y teniendo en cuenta los procesos de construcción sostenible que va desde la selección de materias primas para la construcción hasta desarrollar criterios de reciclaje en todo el proceso del proyecto; en el Perú el MVCS con apoyo de la dirección nacional de construcción, encargó un estudio de un plan dirigido a promover la construcción sostenible el cual brindó excelentes expectativas para mejorar la calidad de vida en la población, para ello el MVCS con el DS N° 015 del 2015, del código técnico de construcción sostenible; que aun siendo voluntaria ha definido el inicio de la implementación de estas propuestas como la entrada de la operación bono verde del fondo mi vivienda 2016 (p.39).

Por otro lado, sabemos que, en nuestro país, no se aprovechan sus beneficios ambientales, su biodiversidad y su construcción, lo que obliga a que los materiales costeros tradicionales aumenten sus costos, lo que genera necesidades económicas y costos irreales en las regiones. La realidad establecida por los medios de comunicación influyen considerablemente ya que apoyan a los materiales que generan desequilibrio en las actividades de la selva; la sostenibilidad ecológica de los bosques tiene ventajas únicas muy atractivas, la biodiversidad primitiva, vistas escénicas, un problema notable de la ingeniería civil que a menudo no se tiene en cuenta, lo que lleva a la disonancia urbana de la selva, la limitación de estos temas y la pérdida de la identidad, no tiene un impacto positivo en el turismo a la espera de la construcción. (Ramírez y Pinedo, 2020, p. 35).

Por las razones expuestas líneas arriba, debemos plantearnos nuevas alternativas de materiales para la construcción, materiales que sean sostenibles, biodegradables, que cumplan con los parámetros adecuados para ser usados en la construcción y que pueda obtenerse con facilidad en las localidades, en este caso la región Amazonas, que tiene todo el potencial para las construcciones con bambú (*guadua angustifolia kunth*).

Por lo expuesto anteriormente nos podemos plantear el siguiente problema de investigación, ¿Cómo se realizará el diseño estructural de una vivienda utilizando bambú en El Tingo – Amazonas - 2022?

Teóricamente esta investigación se centra en realizar el proceso de diseño estructural de un material que presenta las características físicas y mecánicas adecuadas para la construcción, como es el bambú; además aporta grandes beneficios contra el cambio climático y disminuye el uso de agentes de alta contaminación como el acero y el concreto, (Eusebio y Alvarado, 2018, P.30.)

Desde el criterio práctico, la presente investigación se realiza con el propósito de aportar conocimiento sobre un material de construcción idóneo y existente en la selva alta y cercana a corredores turísticos de la región Amazonas lo cual sería de gran aporte a la industria de la construcción, pues promovería la siembra del producto y cadena productiva contribuyendo a la economía.

Por otro lado, en el aspecto metodológico esta investigación permitiría desarrollar una nueva forma de usar el bambú en la zona que mejorará una problemática latente de la construcción de viviendas, ya que en la actualidad en las zonas rurales de la región Amazonas especialmente en el distrito El Tingo hay construcciones en adobe. En Amazonas el 83.22 % de viviendas son de adobe que han sido construidas sin supervisión profesional ni teniendo en cuenta la norma E.080. (INEI, 2018, p. 12).

Socialmente la investigación ocasiona un impacto importante ya que no solo estamos promoviendo un estilo de edificación nueva en la zona, sino estamos logrando que, con una construcción con las características del bambú, ya sea para vivienda familiar o de interés social, ocasionará un impacto al sector turismo de esta manera podemos lograr que las comunidades campesinas logren empoderarse económicamente construyendo viviendas atractivas, que cumplan sus necesidades básicas y al mismo tiempo pueden cultivar esta gramínea que ayudará

económicamente a la población y al mismo tiempo es un disipador de dióxido de carbono.

La hipótesis que queremos demostrar en nuestra investigación es: se desarrollará el Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas-2022, que cumpla con la norma E.100.

El objetivo general de esta investigación será diseñar estructuralmente una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas-2022; para lo cual vamos a necesitar cumplir con los siguientes objetivos específicos, identificar las propiedades físicas y mecánicas del bambú en norma E.100, realizar un estudio de suelos, realizar un diseño arquitectónico, realizar el análisis sísmico, realizar el diseño estructural, realizar las instalaciones eléctricas y sanitarias.

II. MARCO TEÓRICO.

En el ámbito internacional (Nieto y Trujillo, 2019) en su tesis Diseño Arquitectónico y Estructural de una Vivienda de Interés Social Rural en Guadua Angustifolia Kunth, realizaron un diseño arquitectónico y estructural de una vivienda en guadua. El tipo de investigación fue descriptivo con diseño experimental; en un primer instante se recopiló información sobre construcción de viviendas teniendo en cuenta sus diseños, especificaciones, normativa y uso de la guadua; luego se realizó los ensayos para encontrar las propiedades físico mecánicas de la guadua obteniendo como resultado el cumplimiento de estas propiedades según lo exige la normativa colombiana; finalmente se concluye con la elaboración de diseños arquitectónicos y estructurales de una vivienda rural utilizando guadua angustifolia kunth.

Por otro lado, (Giuseppina [et al], 2021) en su investigación Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua angustifolia Kunth. Se realizó un tipo de investigación aplicada descriptiva. La muestra estuvo conformada por una vivienda construida principalmente con guadua a la cual se le desarrolló una memoria descriptiva que sirvió como documento guía para buscar el financiamiento de las entidades correspondientes y también fue usada como guía para la ejecución del proyecto, como resultado se obtuvo la construcción de la vivienda de interés social y se concluyó que es beneficiosa la construcción de viviendas bioclimáticas ya que permite el aprovechamiento máximo de los recursos, además reduce el impacto ambiental ya que utiliza materiales biodegradables.

(Fernández, 2022), en su tesis Estudio del bambú y su uso en la construcción. Menciono acerca del material del bambú como uno de los materiales de construcción más respetuosos con el medio ambiente y de cooperación en la lucha contra el cambio climático, y por lo cual realizo ensayos de Compresión vertical paralela a la fibra, tracción vertical paralela a las fibras y Flexión y por ello obtuvo un resultado que terminó recomendando el bambú como un material adecuado para la construcción.

Eusebio y Alvarado, (2018) en su tesis Diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú; desarrollaron una investigación de tipo no experimental, la muestra se tomó considerando un universo infinito teniendo en cuenta la fórmula para investigaciones cuantitativas; para el tamaño de esta; se utilizó la técnica de la observación ya que se observó los hechos producidos por los ensayos los cuales

fueron registrados en las fichas técnicas; los resultados fueron favorables y cumplieron con la norma E.100 , finalmente se concluyó con un diseño estructural de una vivienda 140 m².

García y Navarro, (2020) es su investigación diseño estructural de la infraestructura de una vivienda ecológica a base bambú, su tipo de investigación fue aplicada, busco confrontar las bases teóricas con la realidad. La muestra se tomó al prototipo de vivienda ecológica de 126 m²; para esta investigación se realizó el estudio de suelo, software para el dibujo de planos y datos de la norma E.100 para las hojas de cálculo estructural. Finalmente se concluyó con el diseño de la vivienda ecológica la cual cumplió con los parámetros establecidos por el RNE.

Según Hurtado y Vega, (2021) en su tesis Diseño y Análisis de una vivienda Ecológica que cumpla criterios Sismo Resistente, indicó que la población requiere remodelar sus viviendas pero por falta de conocimiento y asesoría no consideran al bambú como material de construcción, este estudio se realizó para comprobar la calidad de las viviendas con este material, se hizo un estudio de suelos lo que dio como resultado un ambiente con nulo porcentaje de deslizamiento de tierra; la vivienda se construyó con bambú en diversos estados de conservación; para el diseño de los elementos estructurales de la vivienda ecológica se utilizan los esfuerzos admisibles detallados en la Norma Técnica E.100 Bambú, su adquisición se hizo directamente de la zona de siembra ya que el bambú de la ciudad no tenía los cuidados y no eran aptos para la construcción. Se concluyó que el bambú tiene una óptima respuesta en relación al costo, tiempo e impacto ambiental.

Con respecto a las investigaciones locales, no se encontró investigaciones que concuerde con la variable.

La guadua angustifolia kunth es una planta que crece generalmente en áreas templadas con abundante agua, es un material muy interesante ya que es resistente, perdurable y sustentable; Se utiliza como materia prima para la fabricación de muebles, azulejos y, más recientemente, para la construcción en edificaciones. Este maravilloso vegetal es conocido por su gran resistencia parecido al acero, que lo hace cinco veces más fuerte que el hormigón, y otra característica importante de este material de construcción es su flexibilidad, que le ayuda a tener propiedades duraderas. (Arquigráfico, 2017, p. 3).



Figura 1. Bosque de bambú.

La Guadua forma parte de la familia de las gramíneas (maíz, cebada, arroz, etc.), suele crecer en climas cálidos, bosques tropicales, y a lo largo de ríos o zonas donde hay suficiente agua; generalmente dependen de esta humedad, pero también hay algunas especies leñosas que se encuentran en zonas frías, llegando hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar (Saavedra, 2021, p. 5).

El bambú es una planta muy resistente y se absorbe en el suelo por las raíces subterráneas, y estas raíces luego reaparecen en forma de tubérculos, que son nuevas plantas, asegurando así una producción continua gracias a su rápido crecimiento, otra característica del bambú es que desde su nacimiento presenta el diámetro de su tallo para cuando sea maduro, su uso es una gran ventaja, independientemente del número de culmos en la primavera, la gran ventaja de que será el más útil en su vida inventado sus tallos para futuros cultivos para obtener diámetros más grandes (Hamrullah et al., 2020, p. 12).

En la Clasificación Taxonómica se encuentra investigaciones sobre “Los primeros especímenes de guadua se recolectaron en 1783, por el español Don José Celestino Mutis (1732-1808) a lo largo de la Real Expedición Botánica, y en 1806, fueron estudiados por el taxónomo y naturalista francés Aimé Bonpland (1773-1858) y el naturalista y explorador alemán Alejandro Von Humboldt (1788-1859). Después, en 1822, su camarada de clasificaciones botánicas, y él además alemán Karl Sigismund (1788-1850), conocido como Kunth, quien luego de conseguir

vivencia en la taxonomía del núcleo familiar de las gramíneas, tomó la decisión de que los bambúes de América debían ser agrupados como un género distinto y no dentro del género *Bambusa*, debido a que el reparto es distinto al igual que la conformación de la palea, que es una composición floral (*guadua* con quillas aladas, *bambusa* no). (Venezuela, 2008, p. 6.)

Por otro lado, Hernández López et al, (2020) nos habla de la colorimetría de los tallos del bambú (*Guadua angustifolia*) en tres estados de madurez. Parte de aquel entendimiento experimental es el color del culmo, puesto que es una de las propiedades que los productores usan como indicador de madurez. Al respecto, Schröder. (2012) menciona que el bambú cambia gradualmente de color en el exterior, lo cual posibilita reconocer 4 fases bastante definidas: brotes, culmos jóvenes, maduros y antiguos. (p.3)

Los estudios científicos han demostrado que el bambú es un material muy duradero y con propiedades superiores a las de la madera; por eso hay que estudiar con detalle las propiedades físicas y mecánicas de esta planta, analizar sus puntos débiles para reforzar el material y contribuir así a la integración del diseño óptimo y la simulación matemática con la realidad. La estructura del esqueleto tiene una forma natural y más conveniente que puede soportar cargas cuatro veces su propio peso o más, y su rigidez transversal es similar a la de un eje de cuerda. Sus alambres están situados en una cutícula similar al acero como una estructura de hormigón armado. Debido al contenido de silicio, la superficie exterior es la parte más duradera por su composición fuerte, versátil y funcional, que debe contribuir a la durabilidad y la estética de la planta (García, 2018, p. 11).

El bambú es ligero, flexible y económico. Su uso en el sector de la construcción no requiere un trabajo profesional. Resiste bien los terremotos, pero no es muy resistente a la lluvia, las tormentas y los insectos. Es apto para climas cálidos y húmedos (Saavedra, 2021, p. 9).

Fernández. (2022) en su tesis doctoral estudió el bambú y su uso en la construcción donde encontró que su composición especial lo dota de propiedades físicas únicas y de una buena resistencia a la compresión, tracción y flexión relacionadas con su densidad reducida. Hay aproximadamente 1600 especies de bambú catalogadas,

todas con sus propios atributos y singularidades. Por esto, el bambú tiene un gran abanico de usos y aplicaciones. (p.315)

Por otra parte, podemos hablar de bambú utilizado en la construcción, se sabe por la investigación que el bambú es capaz de ser utilizado casi en su totalidad en las estructuras de los edificios, pero en la presencia de material orgánico hay que tener mucho cuidado para evitar el contacto con el agua y el calor excesivo, por lo que, para llevar a cabo la medida de protección pertinente de la caña de bambú, se recomienda aislar el material de la parte húmeda.

El uso de bambú tiene muchos aspectos positivos entre ellos, que se puede cosechar en menos de 5 años pudiéndose después utilizar en la construcción, sino que también ayuda a proteger los bosques naturales, es un fijador de la descomposición y el CO₂, el oxígeno y el productor de biomasa; La madera es relativamente barata y tiene propiedades antisísmicas; por otro lado, su producción es fácil ya que su familia se puede reproducir con una planta de bambú. (Montaner et al., 2021, p. 20).

El bambú se utiliza generalmente en muchas industrias de la construcción, preferiblemente no expuestas a recursos hídricos excesivos y al calor excesivo, también se utiliza en combinación con otros materiales de construcción como el cemento, las hojas de palma, la madera, la cal y se utiliza como material de construcción primario o secundario. Proporciona opciones convenientes a zonas que no son tan frías. Se puede mejorar el procedimiento, para aplicarse a otros sistemas de construcción en zonas de lujo, y será el principal material caro y decorativo. En los países en los que crece el bambú, se proporciona apoyo económico al sector de la construcción. El bambú tiene una estructura corporal única, que lo hace muy resistente al peso. Tiene una sección transversal reforzada en forma de tubo en secciones, que es muy resistente al corte transversal (tracción y compresión). El bambú utilizado en la construcción es fácil de procesar y no requiere equipos costosos, sólo herramientas sencillas (Hamrullah et al, 2020, p. 6).

En el Perú la construcción con bambú no es tan representativa como en Colombia y Ecuador, pero ya se están realizando proyectos para fortalecer las capacidades de las personas interesadas en este noble material para la construcción, se quiere

lograr una visión integral con respecto a la cadena productiva y su posterior uso. (Gonzales, 2019. p.5)

Usar bambú en una construcción es muy ventajoso ya que nos contribuye a la mejora de viviendas precarias en la amazonia, es un disipador de carbono, posee cualidades antisísmicas gracias a su esqueleto y propiedades físicas y mecánicas, por otro lado, si, es un material que se encuentre en la zona es más económico en comparación con el concreto armado (Bello y Villacreses, 2021, p.2008).

Como podemos apreciar según la bibliografía consultada el bambú es un material muy manejable para trabajar, es así que se pueden hacer estructuras portantes, las cuales soportarán todo el peso del edificio, la masa muerta, los terremotos, los vientos, etc. En este tipo de estructura tenemos componentes estructurales verticales (columnas, pie derecho) y horizontales (vigas, soleras) y diagonales; El buen funcionamiento de la estructura depende de la estabilidad de la estructura, también se pueden hacer estructuras a porticadas, donde la estructura de bambú soportara las cargas, se puede construir la estructura directamente de la base de datos y la otra es se hace la estructura de la cimentación y luego se coloca los demás elementos en campo.

Cendales y Moreno (2018), Uribe y Duran (2002), Eusebio y Alvarado (2018), nos hablan del procedimiento de cuidado y curación del bambú y cómo identificar a un bambú sano ya que como sabemos todo bambú tiene que estar en buen estado, sin fisuras o rajaduras ya que si tiene fallas la resistencia no será igual, también nos habla del crecimiento del tallo a través de los años y el tamaño que oscila es de 18 a 20 metros y su diámetro es de 5,10 y 15 cm y también es importante considerar que su mayor resistencia y dureza es entre 3 y 5 años.

La norma E-100, indica que el Bambú o Guadua Angustifolia debe estar entre 4 o 6 años para su cosecha, debe tener buena durabilidad natural y estar protegido antes gente externos (humo, humedad, insectos, hongos, etc.), debe presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de longitud, no debe presentar una conicidad superior 1.0%, no debe tener fisuras perimetrales y longitudinales, no deben ser considerados pieza de bambú con 20% de agrietamiento, no debe presentar perforaciones causado por insectos y no se aceptan bambú en estado de pudrición.

Los esfuerzos admisibles del bambú que debemos tener en consideración y que se deben encontrar en un laboratorio especializado para verificar si cumple según el RNE en la norma E.100 son: resistencia a la flexión, resistencia a la compresión paralela a la fibra, resistencia a la tracción paralela a la fibra, resistencia al corte. (RNE, Norma E.100, p.6).

Tabla 1. Esfuerzos admisibles del bambú (guadua angustifolia kunth).

Esfuerzos admisibles				
Flexión(fm)	Tracción paralela(ft)	Compresión paralela(fc)	Corte(fv)	Compresión perpendicular
5 Mpa (50 kg/cm ²)	16 Mpa (160 kg/cm ²)	13 Mpa (130 kg/cm ²)	1Mpa (10 kg/cm ²)	13.Mpa (13g/cm ²)

Fuente: RNE. Norma E. 100

Por otro lado, el curado y secado del bambú es fundamental por eso Duran y Uribe (2002); el curado en bambú de preferencia en bambú menor de tres años es vital ya que está expuesto a ataques por insectos xilófagos que les agrada comer el almidón que hay en las paredes del bambú, haciendo pequeños caminos dentro de la estructura de este, hasta debilitarlo y romperlo. p. 42.

Con la finalidad que los culmos de bambú sean más duraderos, es recomendable después de cortarlo someterlo a algún tipo de tratamiento de curado el cual puede ser natural o químico.

El curado en la mata es el curado más usado y más recomendable ya que no solo nos brinda un ahorro económico sino también no deja manchas en los tallos y suele ser muy efectivo; este curado consiste en dejar los culmos de bambú después de ser cortados en el guadual con todas sus hojas lo más vertical posible, sin tener contacto con el suelo por un aproximado de 4 semanas, después de esto se debe transportar los culmos a un lugar ventilado bajo sombra sin humedad p. 43.

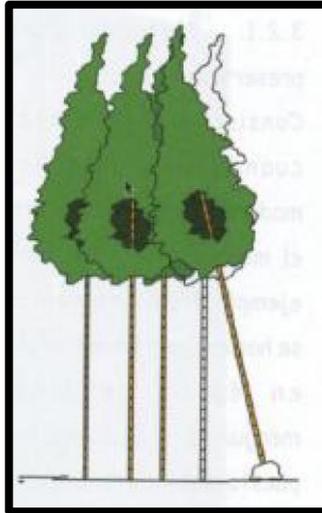


Figura 2. Curado en mata.

El curado por inmersión en agua suele ser muy usado, pero no es el más efectivo ya que consiste en colocar los tallos en un pozo o río por un aproximado de 4 semanas, con el tiempo los tallos se manchan y si, se deja por mucho tiempo estos se vuelven quebradizos y pierden su resistencia p.43.

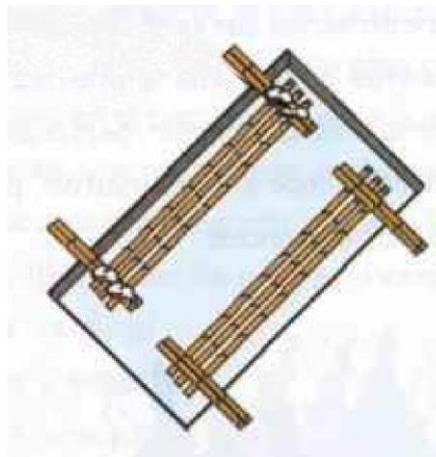


Figura 3. Curado por inmersión

El curado con calor consiste en después de cortar los tallos, colocar a estos sobre brasas ardiendo a una distancia que no se quemen; este procedimiento es muy efectivo pero un tanto riesgoso ya que si no se hace teniendo las precauciones necesarias se puede debilitar en algunas partes de los culmos e incluso quemarlos p.43.

En el curado con humo, se lleva los tallos sobre una hoguera, donde el tallo va tomando el color de hollín, el cual ayudará a cristalizar la lignina ayudando a la resistencia al ataque de insectos e incluso contribuyendo a mejores propiedades mecánicas p.44.

Por otro lado, también existen tratamientos químicos para lograr una mejor preservación de los tallos entre ellos tenemos los siguientes:

El método de transpiración de las hojas el cual consiste en usar el curado en el gradual, pero adicionalmente se le coloca en la parte inferior del tallo un recipiente con 5% de DDT y talco dejándolo un por un tiempo 4 semanas como mínimo; este preservante será absorbido por todo el culmo p.45.

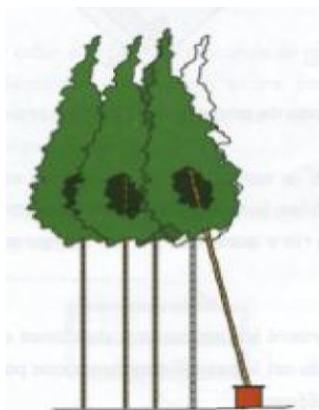


Figura 4. Método de transpiración de las hojas

Según Monroy (2006); El método por inmersión consiste en sumergir los tallos en un pozo preparado con ácido bórico, bórax-dicromato de sodio; el cual se deja sumergido por un tiempo mínimo de 12 horas p.31.



Figura 5. Curado por inmersión ácido bórico, bórax y dicromato de sodio

Según Duran y Uribe (2002), el método Boucherie simple (por gravedad); consiste en llenar el entrenudo superior con un preservante químico, luego se deja el tallo lo más vertical posible para con el transcurso del tiempo del curado la sustancia química baje hasta la parte inferior del tallo, logrando curar todas las partes de este.

Es un método que conlleva varios días por esa razón es poco usado cuando se necesita los tallos para comercializar p.45.

El método Boucherie modificado (por presión) es parecido al método simple solo que en este se usa un tanque a presión logrando aplicar el preservante químico con más rapidez y se puede lograr aplicar a más de un tallo a la vez; también se logra una mejor absorción de la sustancia química p.45.

Con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del bambú podemos describir las siguientes:

Los estudios científicos han demostrado que el bambú es un material muy duradero y con propiedades superiores a las de la madera; por eso hay que estudiar con detalle las propiedades físicas y mecánicas de esta planta, analizar sus puntos débiles para reforzar el material y contribuir así a la integración del diseño óptimo y la simulación matemática con la realidad. La estructura del esqueleto tiene una forma natural y más conveniente que puede soportar cargas cuatro veces su propio peso o más, y su rigidez transversal es similar a la de un eje de cuerda. Sus alambres están situados en una cutícula similar al acero como una estructura de hormigón armado. Debido al contenido de silicio, la superficie exterior es la parte más duradera por su composición fuerte, versátil y funcional, que debe contribuir a la durabilidad y la estética de la planta (García, 2018, p. 11).

Para construir un edificio con bambú, se tienen en cuenta los siguientes procesos de construcción: la cimentación que soporta el edificio; se diseña y desarrolla teniendo en cuenta la estructura del suelo, la resistencia y la carga estructural. Se recomienda construir en un terreno previamente probado. La cimentación puede ser de hormigón ordinario, hormigón de cemento u hormigón armado. En todos los casos, el subsuelo se cubre con una zona libre de maleza y una capa inorgánica.). El trazado y nivelación de los límites del edificio y de los ejes de los elementos estructurales se realiza utilizando cuerdas y yeso, e identificando los desniveles mediante los niveles de agua del edificio y las tuberías. La excavación se realiza teniendo en cuenta las trazas y los trabajos de nivelación hasta la identificación del suelo duro; luego se vacía el hormigón según el nivel, y del vacío de los cimientos puede salir el acero hasta el lugar donde se colocan las cañas de bambú (Xiao et al, 2019, p. 25,28,29).



Figura 6. Trazo y cimentación.

El sobrecimiento sirve para separar las cañas del bambú del suelo húmedo, que puede ser de hormigón o de bloques prefabricados y puede colocarse en los cimientos con un crecimiento mínimo de 20 cm; sin embargo, debe colocarse a una altura que se considere adecuada para las zonas húmedas y lluviosas, y el agua debe girar en una zanja o acequia para evitar el contacto con la caña. También se colocarán conectores metálicos, que pueden ser colocados a partir de la cimentación, también se puede instalar en la cimentación colocando fragmentos de acero en los que servirán para unir las columnas de bambú (Xiao et al, 2019, p. 29 y 32).



Figura 7. Sobrecimiento y fierro de construcción para conectar columna.

Antes de vaciar el suelo, se debe preparar la tierra hasta que esté suficientemente compactada, y entonces se colocarán las tuberías eléctricas y sanitarias, para luego sacarlas y colocarlas a una altura de 15 cm del suelo natural. Este piso se realizará teniendo en cuenta la nivelación del piso de hormigón simple (1:3:5 - Cemento,

Arena, Piedra). En caso se quiera colocar cerámica se tiene que rayar antes que seque, (Xiao et al, 2019, p. 33).



Figura 8. Compactación, nivelación y llenado de piso.

Antes de instalar las paredes y los suelos asegurarse que las instalaciones estén correctamente las cuales deben instalarse en la pared y, si es necesario, no deben superar $1/5$ del diámetro del bambú, y los conductores deben colocarse en un material de tipo blindado o en un material incombustible debidamente aislado.

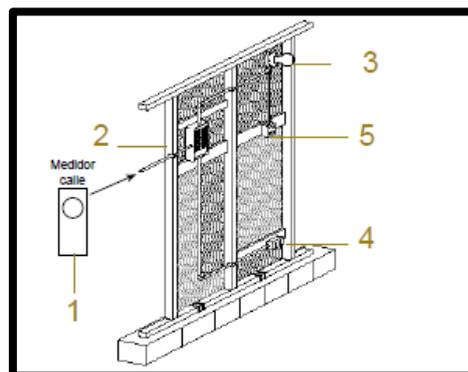


Figura 9. Esquema de instalación eléctrica en Bambú.

La instalación de agua en cualquier edificio suele comenzar con un medidor colocado en la acera frente al edificio, en cuyo caso es importante que estas conexiones no deben estar empotradas no sólo para evitar fugas, sino también para no dañar los elementos estructurales del bambú, por lo que el sistema debe tener una válvula para interrumpir futuros eventos.

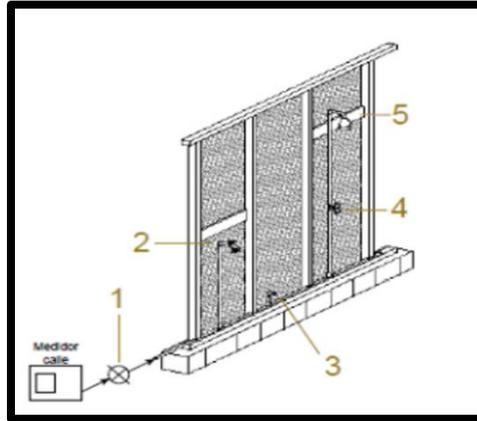


Figura 10. Esquema de instalación de agua en bambú.

El drenaje del inodoro será de 4 pulgadas, mientras que los de la ducha y lavacaras será de 2 pulgadas; Cada uno de los espacios de servicio sanitario tendrá un registro, la caja principal del tronco será guiada por un tubo de 4 pulgadas, que luego será conducido a la red de drenaje. El sanitario no estará contenido en los elementos estructurales del edificio y tendrá una pendiente de 1% y las juntas tendrán un ángulo de 45 °.

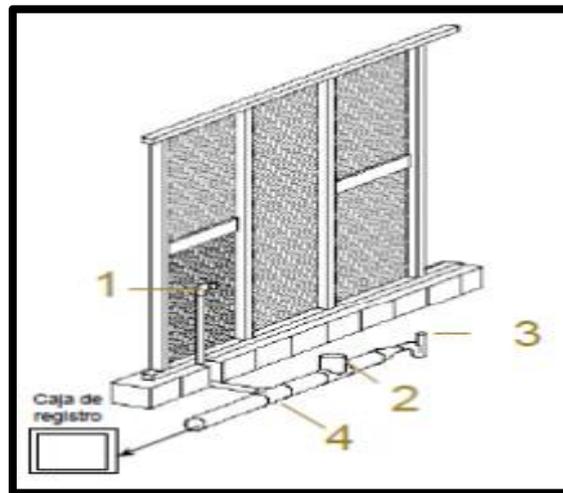


Figura 11. Esquema de instalación de desagüe en bambú.

Con respecto a las columnas estas se colocarán en las varillas de acero previamente colocadas cuando se realizó el vaciado del cimiento, estas varillas tendrán una longitud de 0.40 m con terminación en forma de gancho; se introducirá esta varilla a la caña de bambú que conformará la columna, puede ser una o más cañas según diseño estructural; una vez colocado de plomada la verticalidad del elemento estructural, para poder fijarlo con un perno y realizar un relleno con

mortero dentro del bambú sobrepasando un nudo después de la longitud de la varilla; la dosificación este este mortero será; de tres partes de arena gruesa y una de cemento (1:3), finalmente se sellara el agujero no mayor a 4cm de diámetro con la misma pieza retirada anteriormente, (Moran, 2015, p.48). Figura 12.

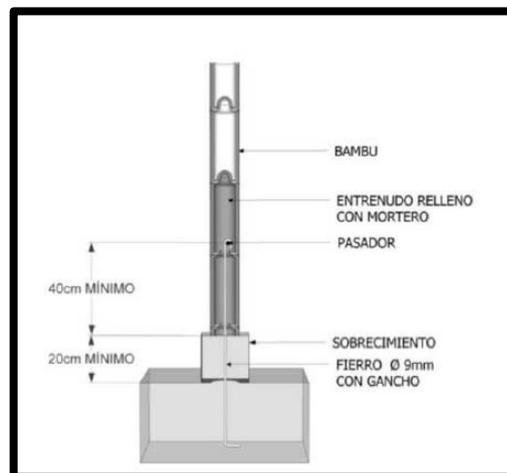


Figura 12. Detalle de colocación de columna con cemento.



Figura 13. Llenado de mortero para fijar columna con cemento.

Con respecto a la tabiquería esta puede ser portante como por ejemplo Muros estructurales de bahareque que nos indica la norma E.100; estos muros son realizados por un conjunto de cañas de bambú y madera que cumplirán las funciones de soleras, pie derechos, diagonales y recubrimientos, las cañas a usar tendrán un diámetro mínimo de 0.08 m. Figura 14, Estas paredes pueden ser rellenas con tierra y arena(barro) y luego compactadas, este relleno se hace de manera progresiva en un aproximado 50 cm una vez que se seca la primera capa se sujeta las siguientes cañas y así sucesivamente hasta terminar el muro. Para

finalizar se puede realizar un terrajeo en ambas caras o una según lo requiera. (Moran, 2015, p.54-56). Figura 15.

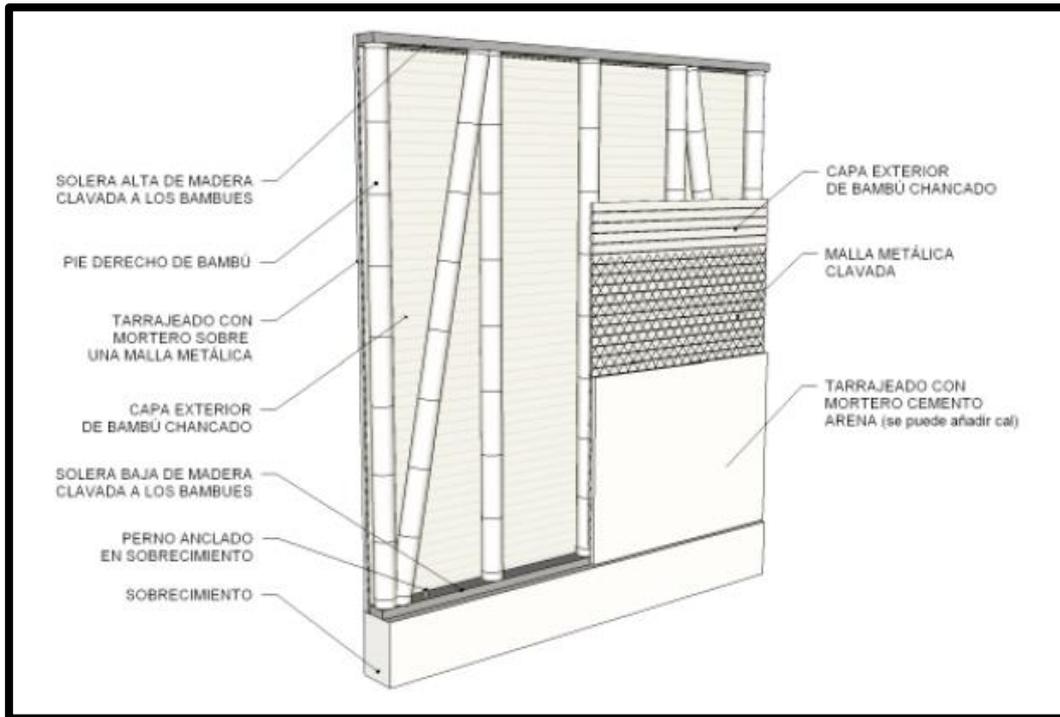


Figura 14. Detalle de muro portante, con solera de madera.



Figura 15. Llenado y recubrimiento de muro portante.

La tabiquería que no cumple una función estructural según la norma E.100 puede realizarse con paneles de bambú y luego ser cubierto con materiales tradicionales.

Los muros pueden ser de tipo quincha, muro Iperti, panel romero o paneles varios.
p.57.



Figura 16. Muro de quincha y muro Iperti.



Figura 17. Muro panel romero y muro paneles varios.

Las vigas descansan sobre los elementos estructurales verticales que serán las columnas, cuando es una edificación a porticada y en los muros portantes cuando es una edificación portante; la vigas estarán compuestas por una o más cañas de bambú por las cargas que están expuestas a soportar por el entrepiso, para colocarlas se debe realizar los cortes adecuados de las uniones necesarias, ya sean boca de pescado o pico de flauta norma E.100 , u otros tipos de cortes que especifica la norma E.100; es recomendable que en la zona de unión de estructuras se haga el relleno respectivo con mortero (3:1) donde son tres partes de arena gruesa y una de cemento. (Moran, 2015, p.48) Figura 18.



Figura 18. Ejemplo de fijado de viga en columna.

El entrepiso de una edificación de bambú puede ser de paneles de bambú o de entablado con madera; en el primero se colocará la caña de bambú abierta en paneles previamente preparada y limpia con la parte más lisa en la parte de abajo, sobre esta cañas se colocará una malla metálica sobre la cual se llenará de concreto en 0.05m de espesor luego nivelar con una regla de aluminio; en el segundo se colocara las tablas sobre las vigas de bambú; en ambos casos es recomendable llenar de mortero las zonas de las vigas que soporten las cargas más elevadas para evitar el aplastamiento. (Moran, 2015, p.66 y 67). Figura 19.

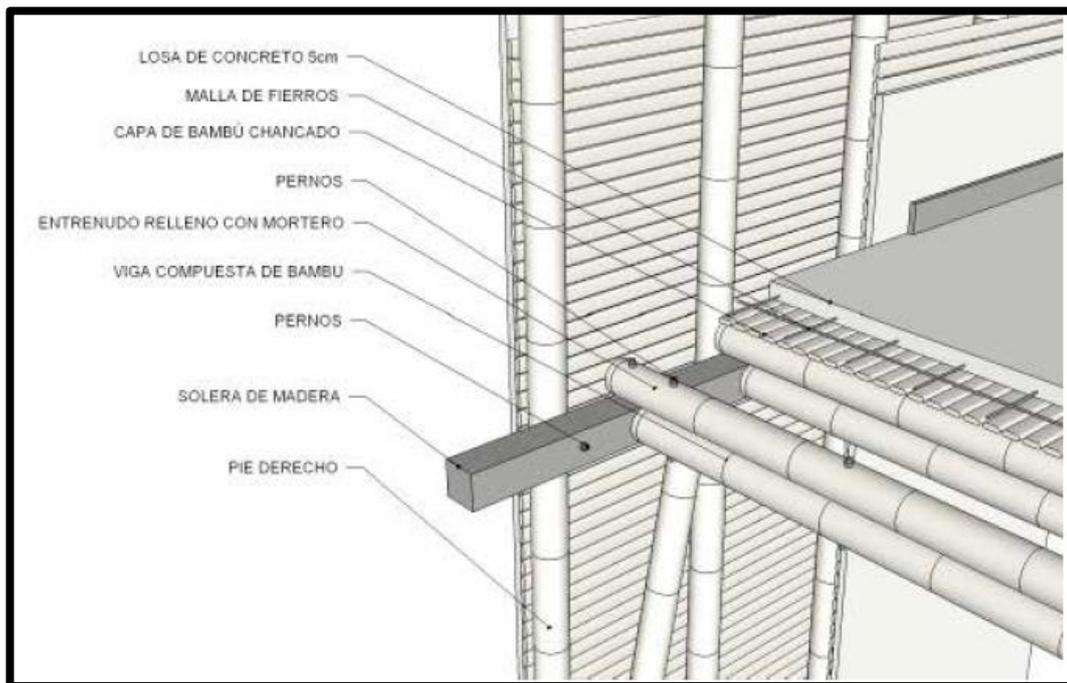


Figura 19. Entrepiso de caña de bambú.

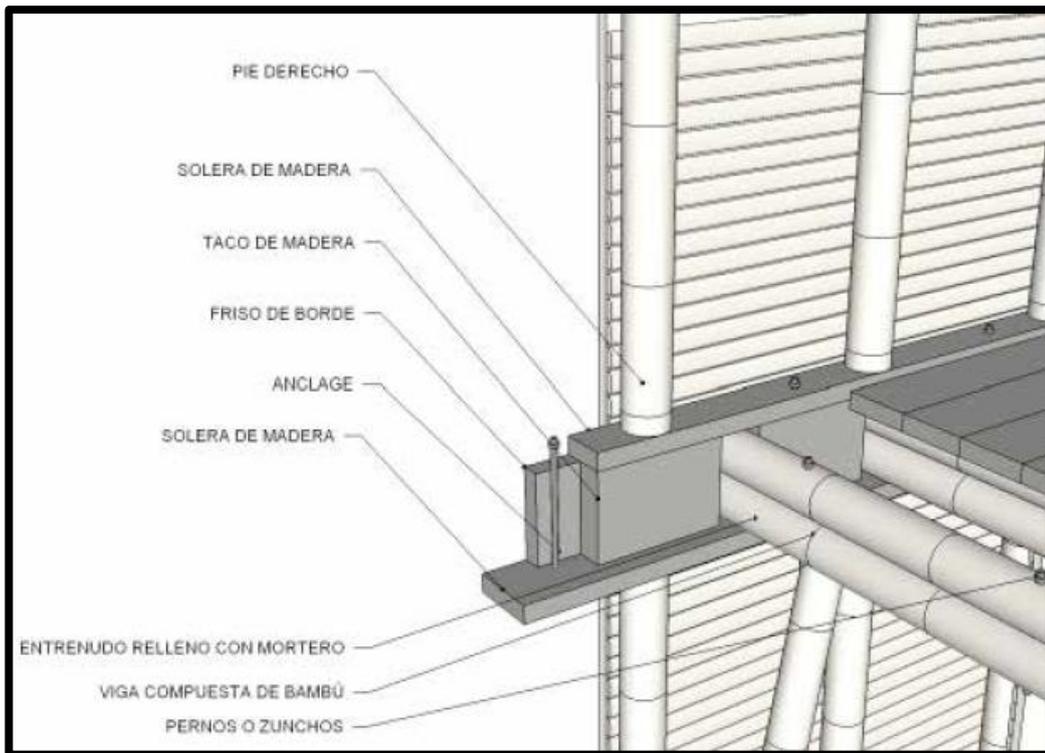


Figura 20. Entrepiso de entablado de madera.

Para la cubierta de la vivienda se tomará en cuenta el diseño estructural, donde se colocará correas bien alineadas, para aleros mayores a 0.60 m se pondrá apoyo adicional que se le llamará pies amigos, es muy importante llenar los puntos de apoyo con mortero, las cubiertas pueden ser de caña de bambú chancada, calamina, cubierta tipo asfáltico sobre panel de madera, o cubierta de bombonaje, que es la cubierta que se tomara en cuenta para esta investigación; para fines de comodidad es opcional colocar falso cielo bajo la cubierta y bajo el entrepiso.



Figura 21. Colocación de correas.

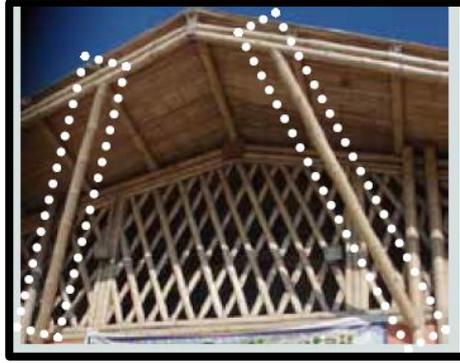


Figura 22. Pies amigos para soporte de alero.



Figura 23. Cubierta tipo asfaltico sobre panel de madera



Figura 24. Cubierta de cañas de bambú.



Figura 25. Cubierta de hojas de bombonaje.

Cabe recalcar que es fundamental tener un adecuado mantenimiento a la edificación para que pueda perdurar en los años; teniendo todos los cuidados necesarios como protección a la humedad, exposición a la luz directa del sol, curado para combatir insectos xilófagos, mantenimiento, una edificación construida con bambú puede durar hasta 50 años. (Moran, 2015, p.76).

Por otro lado, para el diseño estructural de una edificación con bambú según la Norma Técnica Colombiana se debe tener en cuenta que los elementos estructurales tienen que ser diseñados, conformados y conectados de tal manera que pueda resistir los esfuerzos producidos por las cargas totales a las que será sometida la estructura. (NSR-10, 1997, p.17). Para la Norma Técnica Ecuatoriana nos dice que para realizar edificaciones usando *Guadua Angustifolia*, hay que tener en cuenta las características de los materiales no solo del Bambú en sí, sino también de los pernos, soportes, conectores, etc. Nos dice que es muy importante la protección de los materiales contra la humedad o cualquier otro agente agresivo, para que de esta manera las estructuras creadas puedan resistir los esfuerzos producidos por las combinaciones de cargas (NEC, p.23), es importante mencionar estos conceptos de las normas antes mencionadas ya que por investigación bibliográfica se ha podido comprobar que, en estos países es muy común los trabajos en *Guadua* y por consiguiente sus normativas son más específicas; por otro lado en Perú tenemos la Norma Técnica Peruana que también tiene la norma E.100 que nos indica que para lograr el correcto diseño estructural para una vivienda con Bambú se tiene que trabajar con los esfuerzos admisibles previamente

indicados en esta norma en conjunto con la norma E.030 de diseño sismorresistente.(NTP.E100,p.5)

Las normas peruanas a utilizar para la realización de este proyecto de investigación serán las siguientes:

- Norma E.100 Bambú.
- Norma E. 010 Madera.
- Norma E. 050 Suelos y cimentaciones.
- Norma A. 020 Vivienda.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.
- Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Norma EM. 010 instalaciones eléctricas interiores.

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

La presente investigación fue de tipo aplicada, la investigación aplicada tiene como objetivo responder a preguntas específicas destinadas a resolver problemas del mundo real (CONCYTEC, 2018, p. 3).

3.1.2. Diseño de investigación.

El diseño de la investigación fue, no experimental ya que consistió en realizar el diseño estructural de una vivienda rural utilizando el bambú como material alternativo de construcción y no se manipuló la variable.

3.2. Variables y operacionalización de variables.

El proyecto de investigación tiene una variable

Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas-2022.

Definición conceptual: El diseño estructural de una vivienda comprende las diversas actividades que desarrolla el encargado del proyecto para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, es decir de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitudes que se presentan durante las distintas etapas de su existencia. (Meli Piralla, 1985, p.15)

Definición operacional: Se medirá la variable desarrollando un análisis y diseño estructural de la vivienda utilizando el software ETABS y teniendo en cuenta la norma E.100 para las propiedades físicas y mecánicas del bambú; finalmente se presentarán los planos de la edificación.

Escala de medición: Escala razón.

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.

3.3.1. Población.

Según López, (2004), la población es un conjunto de objetos o personas a los que se les desea investigar, estos pueden ser personas, plantas, animales, artículos, programas etc., p.4.

Por lo tanto, la población de esta investigación será considerada por la población del distrito el Tingo.

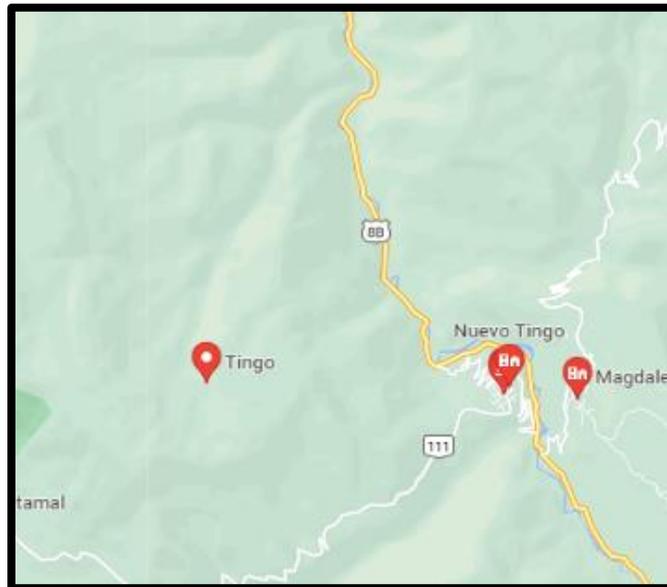


Figura 26. Distrito El Tingo.

3.3.2. Muestra.

Según Hernández y Mendoza en su libro Metodología de la investigación, la rutas cuantitativa, cualitativa y mixta nos dice que la muestra es un grupo pequeño sacado de la población del cual se le recolectan los datos para realizar la investigación.p.196.

La muestra será tomada por la población de la capital del distrito El Tingo que es Nuevo Tingo.



Figura 27. Capital del Tingo - Nuevo tingo

3.3.3. Muestreo.

Según Gómez, et al (2016), nos dice que se tiene que garantizar que la muestra usada sea representativa de acuerdo a lo que se desee estudiar, para esto hay tipos de selección de la muestra a lo que se le llama muestreo, esto puede ser probabilista (simple o estratificada) o no probabilista (por criterio del investigador). p.205.

La el caso de esta investigación se usó una selección no probabilística.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En primera instancia para poder realizar la presente investigación se realizó un estudio de suelos para garantizar la estabilidad de este; mediante el software AutoCAD se realizó el diseño arquitectónico y finalmente usando el programa ETABS se diseñó y analizó estructuralmente la propuesta de la vivienda con apoyo de los datos de las especificaciones técnicas de las propiedades físicas y mecánicas del bambú de la norma E.100; de igual manera se revisó las normas peruanas para las instalaciones sanitarias y eléctricas; por consiguiente los instrumentos utilizados para esta investigación fue la normativa peruana y software.

3.5. Procedimientos.

3.5.1. Diagrama de flujo de procedimiento

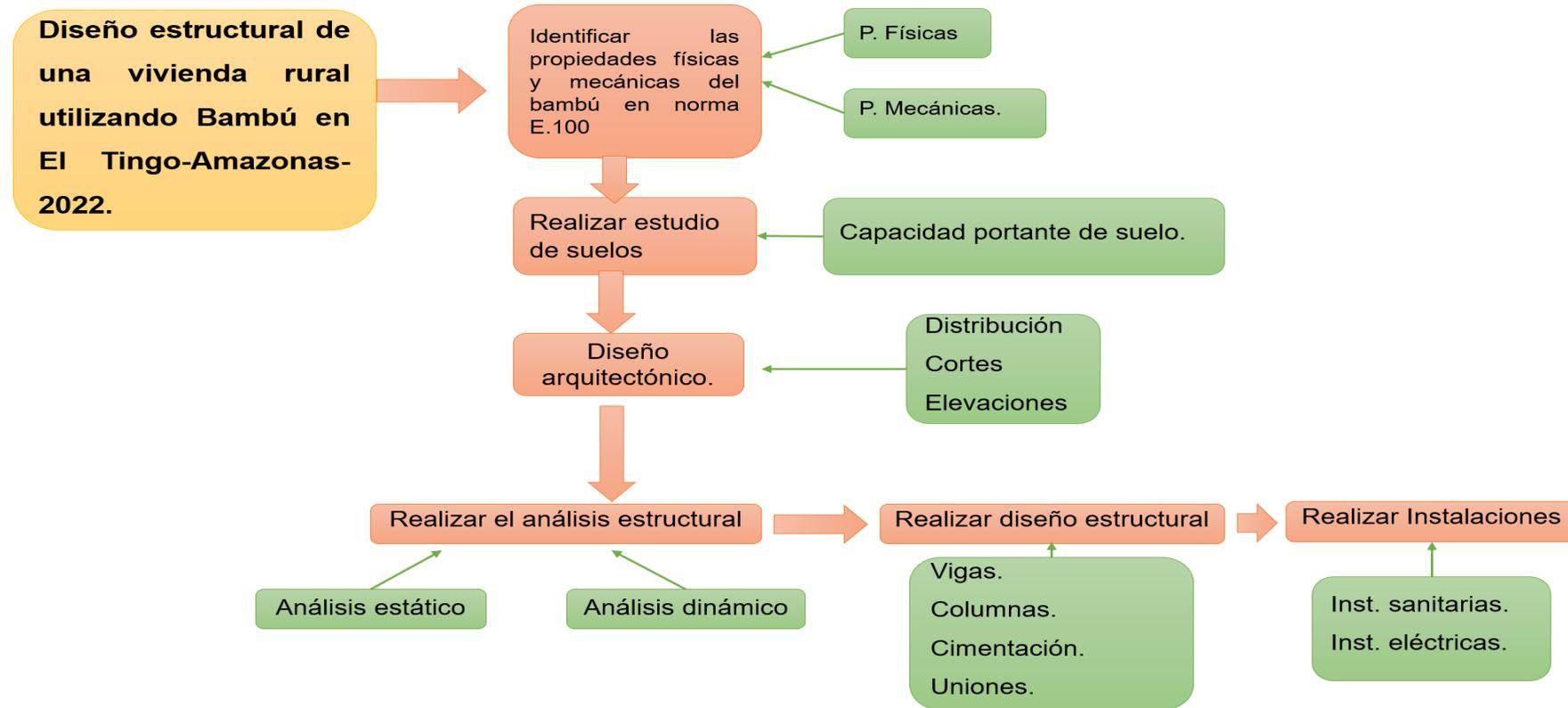


Figura 28. Diagrama de flujo de procedimiento

Para poder realizar el diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas; como primer paso se identificó las propiedades físicas y mecánicas del bambú según la norma E.100, paralela a esta investigación se realizó el estudio de suelos donde se obtuvo la capacidad portante del suelo, también paralelamente se realizaron los planos arquitectónicos(distribución, cortes y elevaciones) de la vivienda, teniendo la información anterior se procedió a realizar el análisis estructural (estático y dinámico) usando ETABS, luego se diseñó los elementos estructurales de la edificación presentado finalmente con los planos y detalles de estas estructuras y para culminar se realizaron las instalaciones sanitarias y eléctricas de la edificación.

3.6. Métodos y análisis de datos.

El método de análisis de datos utilizado en la presente investigación es descriptivo aplicativo ya que se describió las propiedades para poder aplicarlas en el diseño estructural de la vivienda de acuerdo a los parámetros establecidos en el Reglamento nacional de edificaciones y con el apoyo del software ETABS para realización de los cálculos, análisis sísmico y diseño estructural.

3.7. Aspectos éticos.

Esta investigación está estrictamente regida a la guía de la universidad 2022 y a las indicaciones según manifiesta lo que debe cumplir la Universidad Peruana con mandato legal, contenido en la Constitución, la Ley Universitaria N° 30220, ya que dispone a que la universidad en el Perú debe ser contribuir al desarrollo de la sociedad, es por esa razón que se ha cumplido y se cumplirá con la norma y métodos para que verdaderamente estas investigaciones se desarrollen y se publiquen, sino además se debe regular la conducta de los que hacen justamente las averiguaciones, como son los maestros, alumnos de pre y posgrado y personal administrativo de apoyo.

La conducta ética es de vital importancia, para que las investigaciones sean eficientes y contribuyan con el aporte a la sociedad; sin permitir las copias parciales de ningún tipo en los trabajos de investigación, no se puede vulnerar los derechos de los investigadores en particular, del concebido, de los menores de edad, adultos más grandes o discapacitados; no se puede ejercer discriminación alguna y promover situaciones que resulten nocivos para definida persona o conjunto social,

no se puede usar las indagaciones para buscar financiamiento e incumplir con lo proyectado.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades del bambú

Las propiedades del Bambú se analizarán de acuerdo a la norma E.100, y para nuestro caso solo se tomarán las Propiedades Físicas y las propiedades mecánicas, también se tomará en cuenta algunas investigaciones anteriores de tesis locales.

4.1.1. Propiedades físicas.

4.1.1.1. Contenido de humedad:

Este debe ser proporcional al lugar de donde se obtendrán los tallos de bambú (Norma.E.100, p.5)

Por esta razón citamos estudios preliminares realizados en la región Amazonas por Ángeles (2014) de la UNC, donde efectuó ensayos físicos y mecánicos en el cual se tuvo el contenido de humedad promedio de todas las muestras en un valor de 10.36% según indica la tabla 2.

Tabla 2. Contenido de humedad.

Contenido de Humedad		
Descripción	C.H. PROM (%) Parcial.	C.H. PROM (%) Final.
Especímenes de compresión.	10.32 %	10.36 %
Especímenes de tracción paralela.	10.27%	
Especímenes de flexión	9.96%	
Especímenes de corte.	11.18%	
Especímenes de tracción perpendicular.	10.07%	

Fuente: Ángeles, 2014-UNC.

4.1.1.2. Densidad.

Ángeles (2014) de la UNC, encontró la densidad de tallos en la región Amazonas donde obtuvieron como resultado la densidad promedio en estado natural en un 44.58 kg/cm³ y la densidad en estado seco en un promedio de 40.70 kg/cm³ según la tabla 3.

Tabla 3.Densidad.

		DENSIDAD														
DESCRIPCIÓN		DENSIDAD SIN NUDO														
MUESTRAS		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
ESTADO NATURAL	Densidad de la guada (kg/m ³)	42.14	48.77	45.18	44.15	46.63	44.66	42.95	43.93	33.65	47.59	43.15	44.96	47.82	46.05	47.13
	Densidad promedio (kg/cm ³)	44.58														
ESTADO SECO	Densidad de la guada (kg/m ³)	40.33	45.87	42.44	41.81	43.49	42.03	41.00	40.70	30.92	39.19	41.21	38.07	38.04	41.6	44.36
	Densidad promedio (kg/cm ³)	40.70														

Fuente: Ángeles, 2014-UNC.

4.1.1.3. Contracción volumétrica.

La contracción volumétrica es la disminución de las medidas de una muestra de bambú, esto sucede por la disminución del contenido de humedad es decir se disminuye la saturación de las fibras. Se expresa por porcentaje de la dimensión verde de la madera y puede ser lineal (radial, tangencial o longitudinal) y volumétrica. (Norma E.100. p.2)

Pérez y Quintana (2019) de la UNTRM, encontraron la contracción volumétrica de tallos en la región amazonas donde obtuvieron como resultado 36.22% según la figura 29.

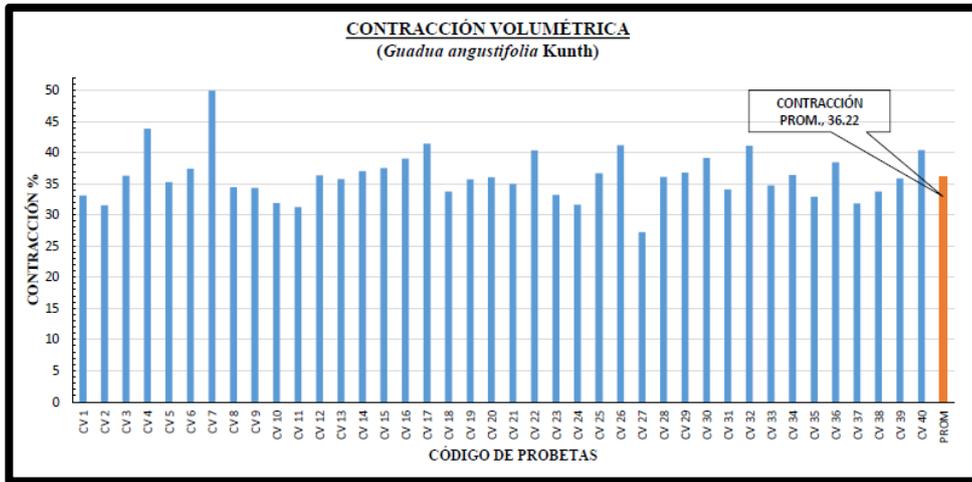


Figura 29. Contracción volumétrica encontrada por testistas locales en la región amazonas. Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza.

4.1.2. Propiedades mecánicas

Los elementos estructurales de una vivienda en bambú deben cumplir ciertas características mecánicas en concordancia con los esfuerzos admisibles según indica la norma E.100.

4.1.2.1. Compresión.

La resistencia a la compresión que debe tener el bambú como mínimo según la norma E.100 es de 130 kg/ cm² cuando el esfuerzo actuante es paralelo a la fibra y 13 g/cm² cuando es perpendicular a la fibra.



Figura 30. Ensayo a la compresión paralela a la fibra.



Figura 31. Ensayo a la compresión perpendicular a la fibra.

4.1.2.2. Resistencia a la flexión.

La resistencia a la flexión que debe tener el bambú como mínimo según la norma E.100 es de 50 kg/ cm².

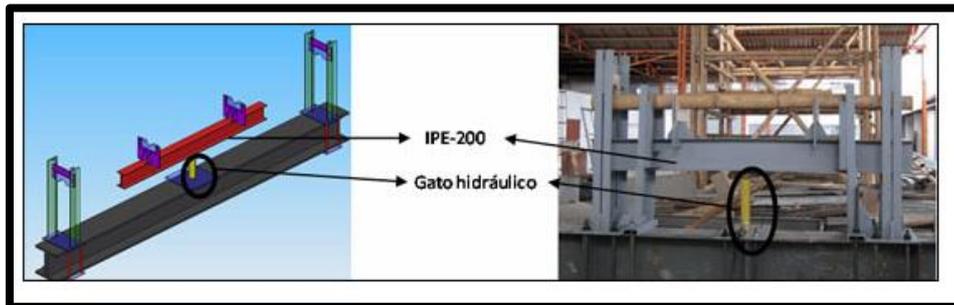


Figura 32. Ensayo de la resistencia a la flexión.

4.1.2.3. Resistencia a la tracción paralela a la fibra.

La resistencia a la tracción que debe tener el bambú como mínimo según la norma E.100 es de 160 kg/ cm².



Figura 33. Ensayo de la tracción.

4.1.2.4. Resistencia al corte.

La resistencia al corte que debe tener el bambú como mínimo según la norma E.100 es de 10 kg/ cm².



Figura 34. Ensayo de la resistencia al corte con nudo y sin nudo.

4.1.2.5. Módulo de elasticidad.

Los módulos de elasticidad también son un factor muy importante en el diseño de elementos estructurales en bambú según se consignan en la tabla N° 4.

Tabla 4. Módulo de elasticidad.

Módulo de elasticidad (E)	
E prom	E min
9500 Mpa (95000 kg/ cm ²)	7300 Mpa (73000 kg/cm ³)

Fuente: Norma E.100.

4.2. Estudio de suelos.

Las construcciones de ingeniería civil generalmente empiezan en el suelo, por lo tanto, este debe ser mejorado si en un primer inicio no cuenta con las características adecuadas para ser usado para este fin; ya que el suelo constituye uno de los recursos más importantes para una estructura, así que el estudio de suelos tiene que ser fundamental antes de empezar un proyecto civil. (De la Cruz et al,2022, p.34.)

Es así que para nuestra investigación se realizó el estudio de suelos pertinente; para obtener los datos del estudio de suelos se solicitó los servicios de la empresa *INVERSIONES LICERA*, el cual realiza trabajos en laboratorio de suelos en la ciudad de Chachapoyas; se procedió a indicar al ingeniero encargado del laboratorio la localización y ubicación del terreno, posteriormente en compañía de los investigadores, los técnicos del laboratorio extrajeron las muestras para ser luego analizadas por el laboratorio.

Se realizó una calicata en la parte central del terreno; en la excavación del terreno se encontró que de la cota 0 a -0.15 m es suelo orgánico; de -0.15m-0.45m es suelo granular y de -0.45 m a 1.20 m el suelo es roca, por esa razón ya no se pudo excavar a más profundidad. Se tomaron 3 muestras del suelo para luego ser analizadas en el laboratorio.



Figura 35. Estratos del suelo donde se realizará la construcción.



Figura 36. Calicata y panorama de terreno.



Figura 37. Calicata, se observa el tipo de material que tiene el suelo.

4.2.1. Capacidad portante de suelo.

Según Medrano, (2009) nos dice que la capacidad portante del suelo es la carga admisible que tiene este al ser sometida por la cimentación, esta carga no tiene que ocasionar falla en la estructura soportada.p.29.

Es así que podemos afirmar que la capacidad portante del suelo es la presión máxima entre la cimentación y el terreno sin que se produzca falla; para el caso del terreno donde se desarrolló la investigación se realizaron los ensayos para obtener la capacidad admisible del suelo o también conocido como capacidad última de carga. Para términos de uso para el diseño sísmico y estructural se usará la capacidad admisible de carga; el cual se indica en la imagen 38. Para encontrar el análisis de suelos completo verificar Anexo 2.

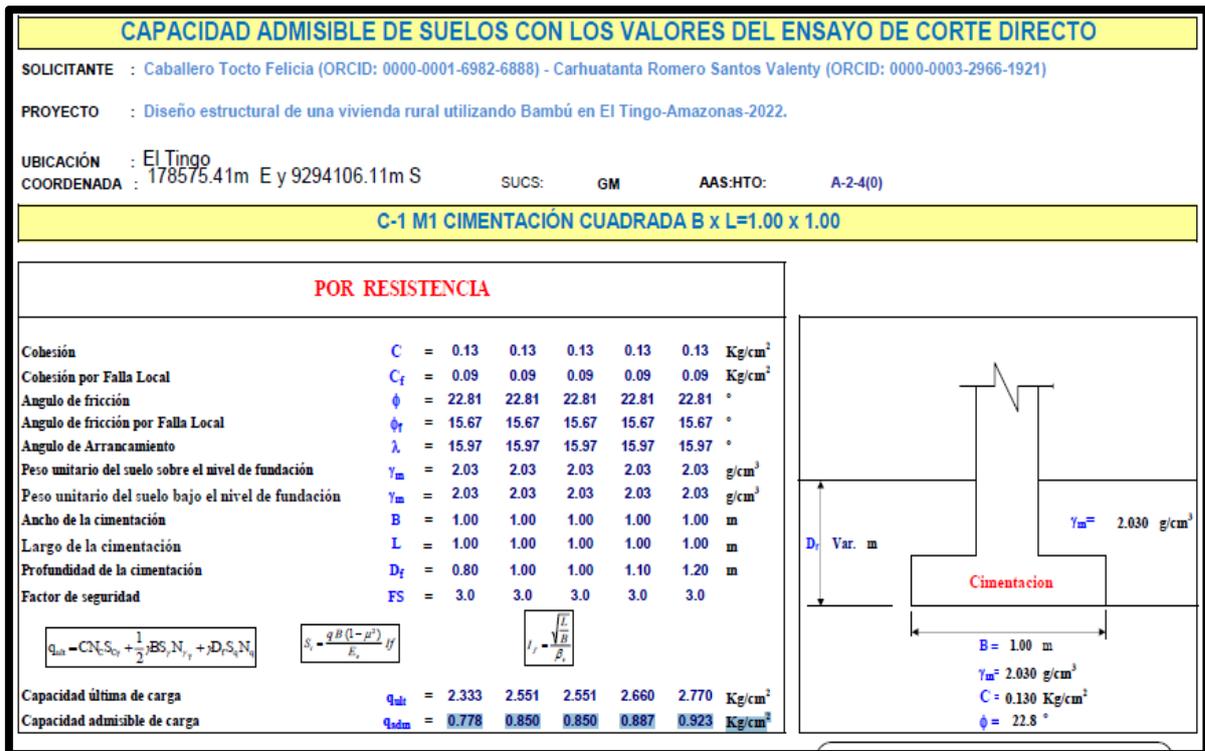


Figura 38. Capacidad admisible de carga, resultados de análisis de suelo.

4.3. Diseño arquitectónico de vivienda.

El diseño arquitectónico es muy importante ya que permite la transformación de los espacios, de tal manera que los usuarios se emocionen con las formas y cualidades que un proyecto puede proporcionar. Por otro lado, también se puede definir como una forma de intervenir y transformar el mundo. (Alonso, 2007, p.74.)

Es así que en esta investigación se ha realizado un diseño poco convencional, para de esa manera lograr la transformación del espacio y el impacto colectivo entre el material y la arquitectura.

Las características del área del terreno son las siguientes: la vivienda está diseñada en un área de 256.00 m², se encuentra dentro de una finca llamada “finca Illabo”, de un aproximado de 3 hectáreas de terreno de cultivo, piscigranja y otras actividades agrícolas.



Figura 39. Zona de proyecto.

Para poder diseñar la vivienda se tuvo en cuenta las normas A.010, A.020 y E.100.Bambú, el tipo de vivienda es unifamiliar, ya que será ocupada por la familia que vive en la zona.

Vivienda	Número de Habitantes
De un dormitorio	2
De dos dormitorios	3
De tres dormitorios o más	5

Figura 40.Densidad habitacional.

4.3.1. Plano de Distribución.

La distribución de este plano se diseñó teniendo en cuenta la norma A.020 (Vivienda), del reglamento nacional de edificaciones; donde se tuvo en cuenta los criterios de diseño Zona social (comedor, sala y porche), zona íntima (dormitorios, SS.HH) y zona de servicio(comedor, cocina, lavandería, SS.HH de servicio); Se ha respetado el área libre cumpliendo con la norma, teniendo en cuenta este criterio cada área tiene iluminación y ventilación natural, el área ocupada por la propuesta de edificación será 256.00m² incluyendo el área libre.

El plano de distribución está compuesto por un primer nivel, el cual presenta un ingreso por el frente con una escalera de 4 pasos, llegando a un porche, al ingresar a la vivienda tenemos al lado derecho la sala y baño de visita y por el lado izquierdo el comedor , la cocina y lavandería; en la parte del fondo al lado derecho encontramos la habitación 2 que cuenta con su baño propio y al lado izquierdo la habitación1 que compartirá baño con la habitación del segundo nivel, para llegar a la habitación del segundo nivel encontramos una escalera en la parte central de la

vivienda, esta escalera cuenta con 16 pasos , los cuales cumplen con la normativa en sus dimensiones; en el segundo nivel se encuentra la habitación 3.

Tabla 5. Tabla de distribución de áreas

Primer nivel	Segundo nivel
2 habitaciones.	1 habitación.
3 servicios higiénicos.	
1 sala estar.	
1 comedor.	
1 cocina.	
1 patio de lavandería.	

Fuente: Planos arquitectónicos.

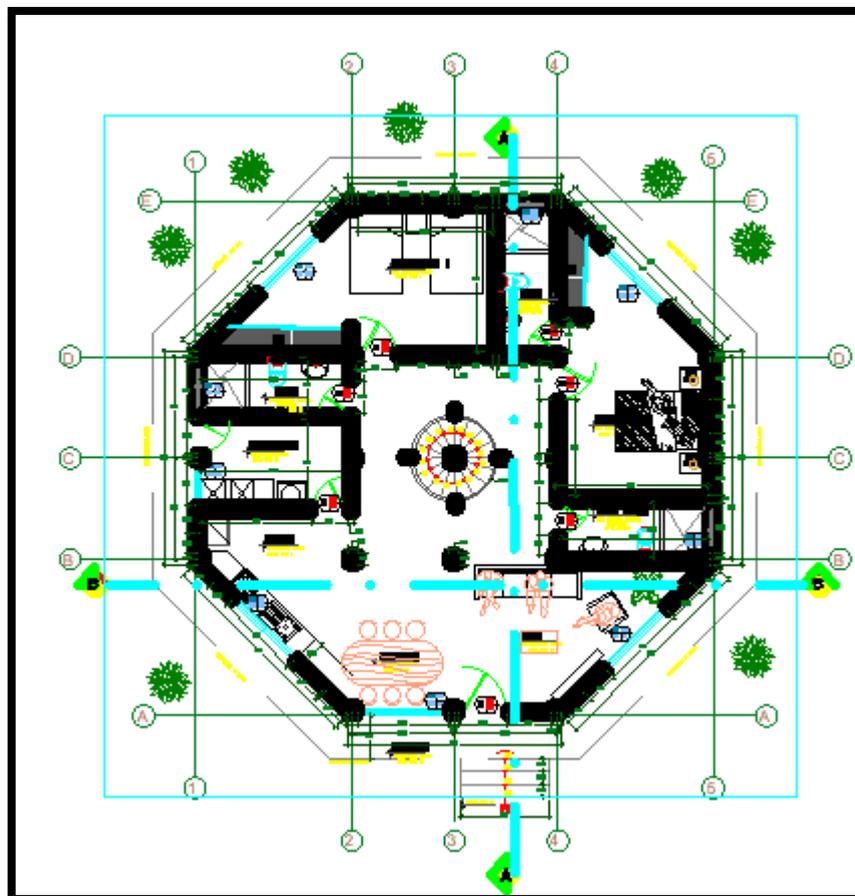


Figura 41. Primer nivel, distribución.

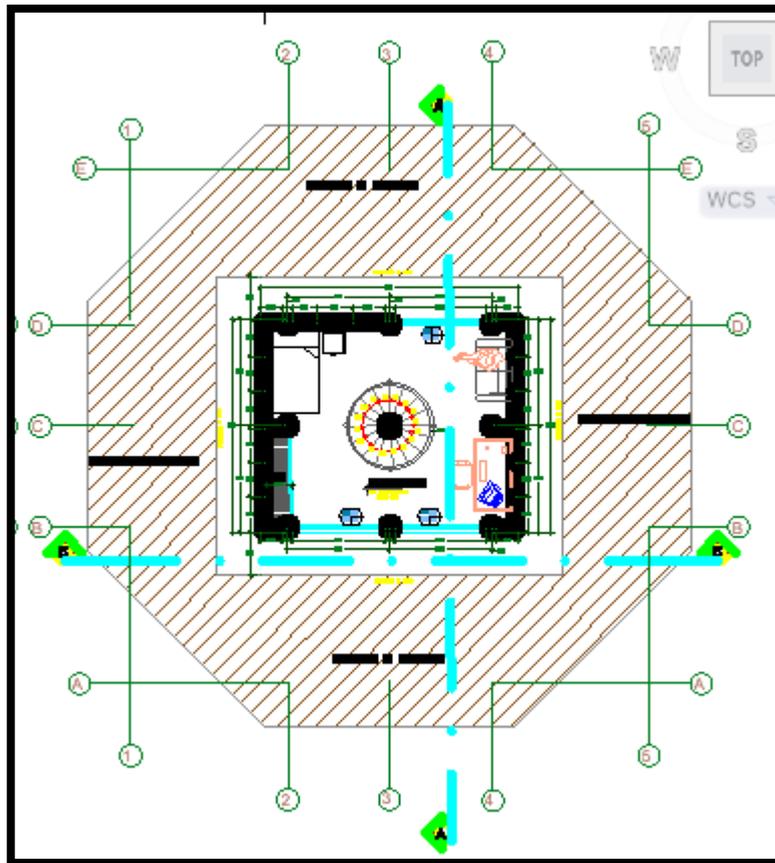


Figura 42. Segundo nivel, distribución.

4.3.2. Plano de cortes.

En los cortes podemos apreciar las alturas determinadas en la edificación; se observa el primer desnivel de 0.70 m que es planteado para poder aislar la humedad de las estructuras de bambú, las alturas de piso a techo del primer nivel son de 2.80 y el segundo nivel de 2.55 hasta el nivel de falso cielo, por otro lado, podemos apreciar las alturas el cuadro de vamos de las puertas y ventanas las cuales serán los alfeizar de 2.10 m y 1.20 m respectivamente.

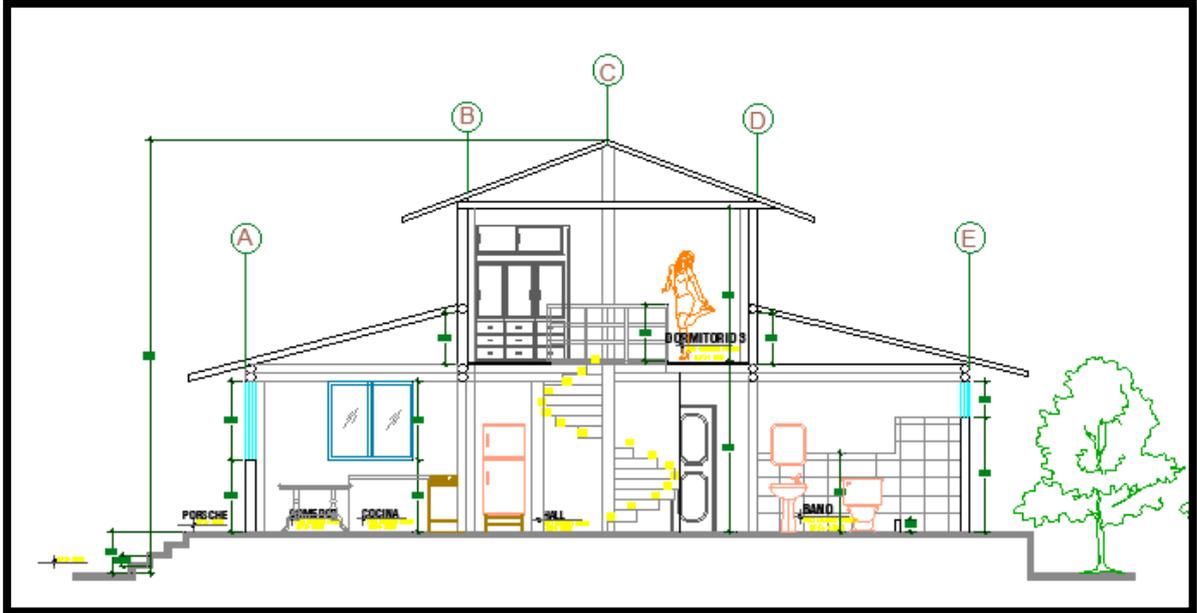


Figura 43. Corte A-A.

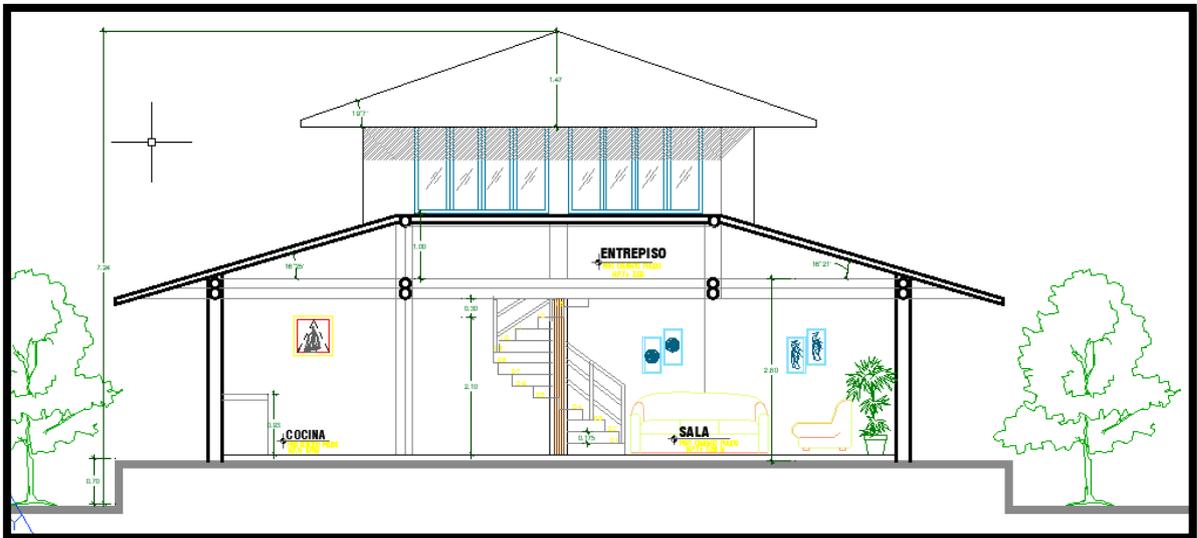


Figura 44. Corte B-B.

Tabla 6. Cuadro de vanos de ventanas.

CUADRO DE VANOS DE VENTANAS				
TIPO	ANCHO(m)	ALFÉIZAR(m)	ALTURA(m)	CANTIDAD
V1	2.10	1.20	1.30	4
V2	2.00	1.20	1.30	4
V3	1.15	1.90	0.60	4
V4	0.99	1.20	1.30	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Cuadro de vanos de puertas.

CUADRO DE VANOS DE PUERTAS			
TIPO	ANCHO (m)	ALTURA (m)	CANTIDAD (m)
P1	1.10	2.10	1
P2	0.80	2.10	1
P3	0.75	2.10	3
P4	0.90	2.10	2

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Plano de elevación.

Encontramos la elevación frontal donde se puede apreciar los desniveles.

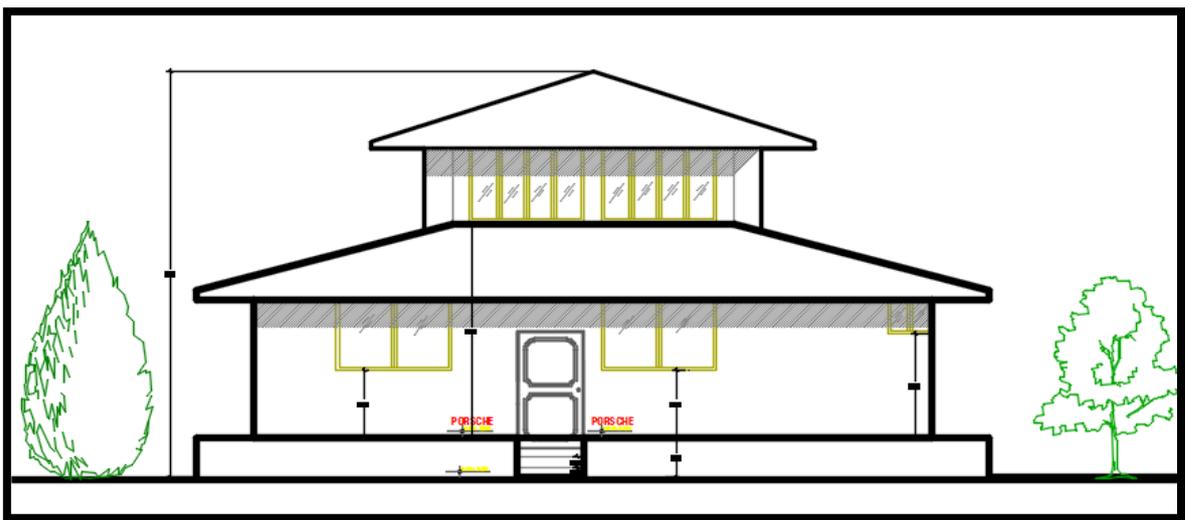


Figura 45. Elevación frontal.

4.4. Análisis sísmico.

La estructuración está basada en el uso de pórticos de bambú arriostrados y cobertura de bombonaje, por lo que las normas que rigen sus diseños son la norma E.100 "Bambú" del reglamento nacional de edificaciones

La estructura a analizar consta de 2 niveles, la altura total de la edificación es de 6.54 m. Para iniciar con el análisis estructural se definió las secciones de los elementos estructurales, quedando así lo siguiente:

- Columna C1: 2C2F – D = 12cm.
- Columna C2: 2C CF 2F - D = 12cm.
- Columna C3: 1C2F - D = 12cm.
- Vigas VP: 1C2F, D = 12cm.
- Vigas VS: 1C1F, D = 12cm.

- Diagonales: 1C1F, D = 12cm.
- Piso Madera: E=0.10m (Entablado).
- Cobertura de Techos: Bombonaje.

La configuración estructural busca satisfacer los siguientes requisitos:

- Simetría en distribución de masas y disposición de muros.
- Uniformidad y continuidad de la estructura.
- Resistencia y ductilidad.
- Rigidez lateral en las dos direcciones principales de la edificación.
- Aislamiento de elementos no estructurales de la estructura principal

Para el análisis y diseño se empleó el programa Etabs v2019 que emplea el método matricial de rigidez y de elementos finitos. Para ello se modeló la geometría de la estructura y las cargas actuantes; a continuación, se detallan las propiedades mecánicas de los materiales:

- **Concreto:**
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$: Resistencia a la compresión del concreto.
 $E_c = 15100\sqrt{f'c} = 218819.789 \text{ kg/cm}^2$: Módulo de elasticidad del concreto.
 $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$: Peso específico del concreto.
- **Bambú:**
 $\gamma_b = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$: Peso específico del bambú.
 $E_b = 73000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$: Módulo de elasticidad del bambú.
 $\nu = 0.40$: Poisson del bambú.
 $G = \frac{E_b}{2(1+\nu)} = 26071.43 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$: Modulo de corte bambú.
- **Madera:**
 $\gamma_m = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$: Peso específico de la madera
 $E_b = 55000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$: Módulo de elasticidad de la madera
 $\nu = 0.25$: Poisson de la madera
 $G = \frac{E_b}{2(1+\nu)} = 22000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$: Modulo de corte de la madera

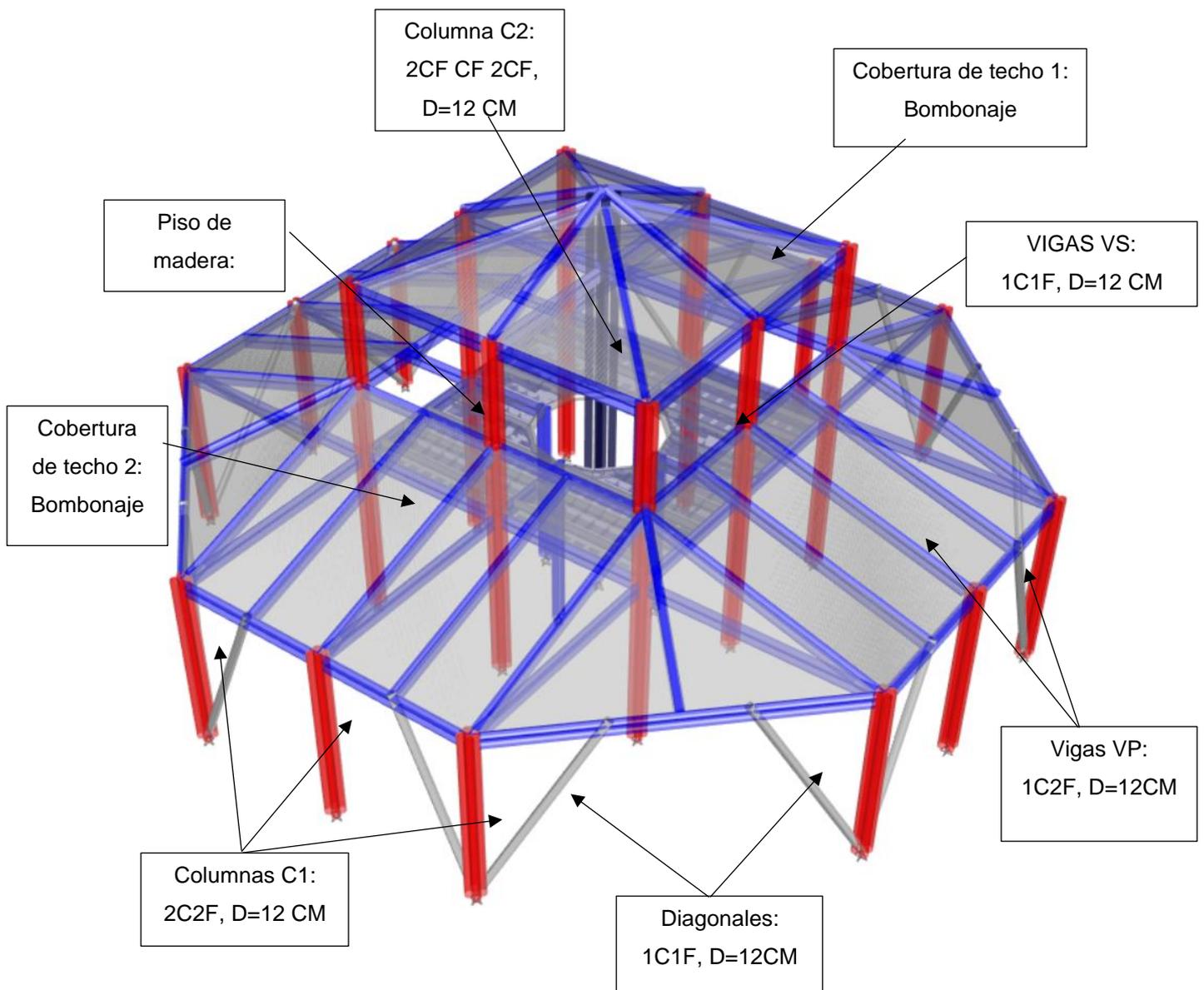


Figura 46. Modelo estructural.

Antes de proceder con el cálculo del coeficiente basal para determinar la fuerza sísmica, se procedió a realizar el metrado de cargas en los elementos frame y shell, de los cuales se obtuvo (se debe tener en cuenta que las correas no fueron modelados si no ingresados como carga):

- + + Carga muerta-Techo 1 (elementos frame):
 - P. Bombonaje : 1.00 kg/m²
 - P. Correas de bambú : 10.38 kg/m²

- P. Instalaciones : 20.00 kg/m²
- Ancho Tributario : 2.35 m

Total, Peso de acabados: **73.70 kg/m**

 Carga viva-Techo 1 (elementos frame):

- Carga viva : 50.00 kg/cm²
- Ancho Tributario : 2.35 m

Total, Peso carga viva: **117.50 kg/m**

 Carga muerta-Techo 2 (elementos frame):

- P. Bombonaje : 1.00 kg/m²
- P. Correas de bambú : 10.38 kg/m²
- P. Instalaciones : 20.00 kg/m²
- Ancho Tributario 1: 1.18 m
- Ancho Tributario 2 : 2.47 m

Total, Peso de acabados 1: **36.90 kg/m**

Total, Peso de acabados 2: **77.66 kg/m**

 Carga viva-Techo 2 (elementos frame):

- Carga viva : 50.00 kg/cm²
- Ancho Tributario 1: 1.18 m
- Ancho Tributario 2 : 2.47 m

Total, Peso carga viva 1: **58.75 kg/m**

Total, Peso carga viva 2: **123.74 kg/m**

 Carga muerta-entrepiso 1 (elementos frame):

- P. Bambú en paredes : 6.92 kg/m²
- P. esterilla de bambú : 9.18 kg/m²
- Altura entrepiso : 2.70 m

Total, Peso de acabados: **43.47 kg/m**

✚ Carga muerta-Techo 1 (elementos shell):

- P. acabados : 65.00 kg/m²

Total, Peso de acabados: **65.00 kg/m**

✚ Carga viva-Techo 1 (elementos shell):

- Carga viva : 200.00 kg/cm²

Total, Peso carga viva: **200.00 kg/m**

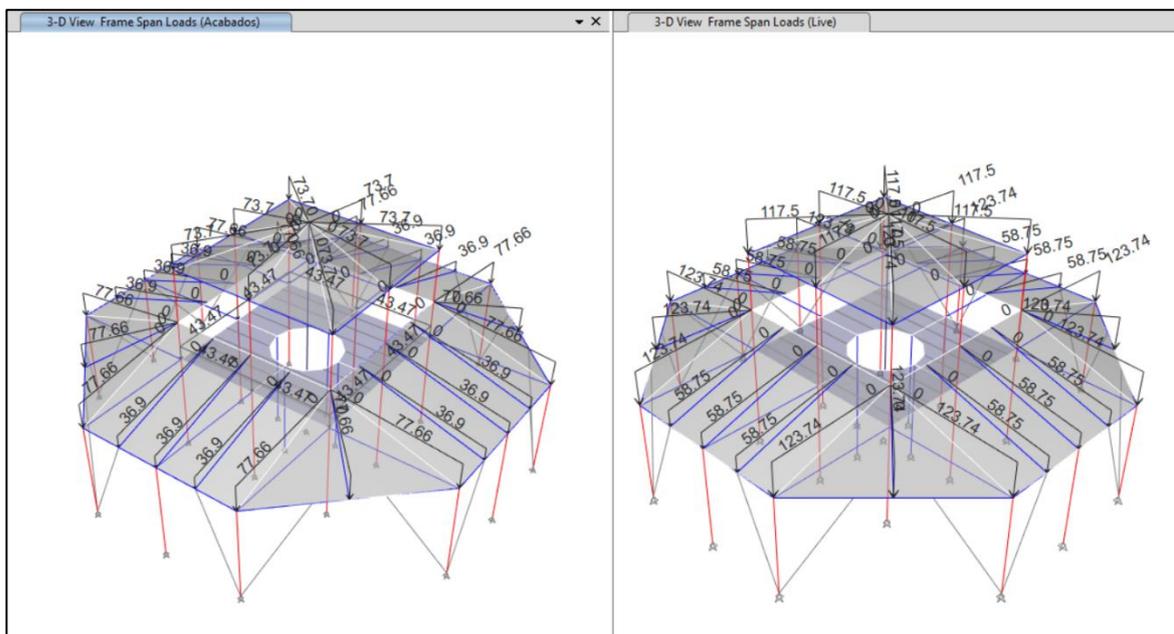


Figura 47. Asignación de carga super dead: pesos acabados, carga viva en techos 1 y 2 (elementos frame)

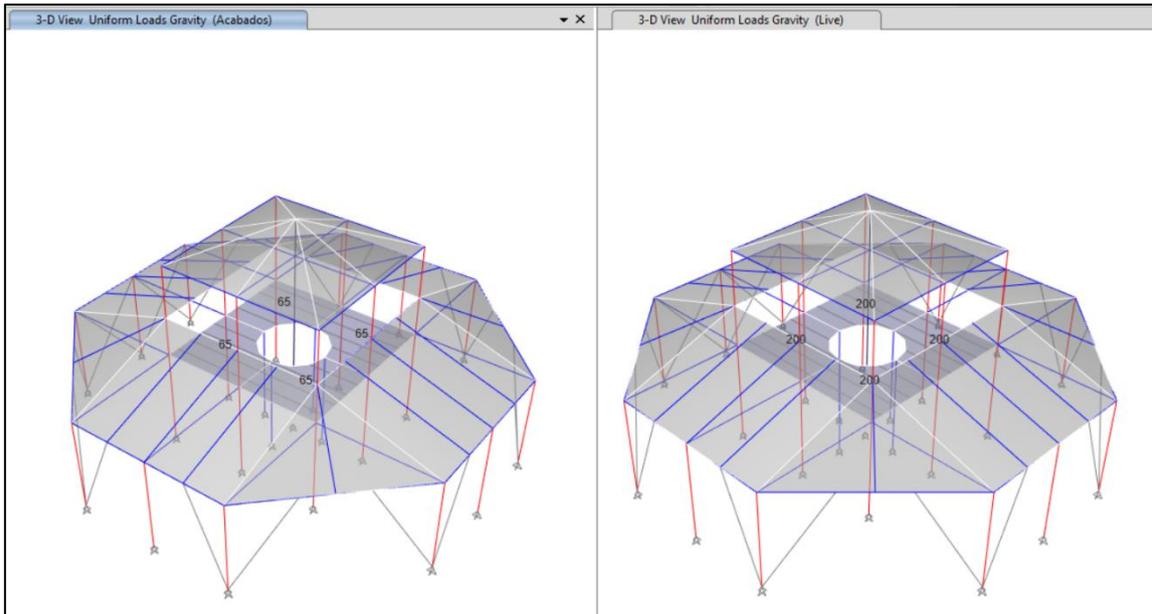


Figura 48. Asignación de carga *super dead*: pesos acabados, carga viva en techos 1 y 2 (elementos shell)

4.4.1. Análisis estático.

Se calculó el cortante basal con los siguientes parámetros según NTP E.030:

- Z: 0.25 Zona sísmica: Amazonas.
- U: 1.00 Factor de uso: Edificación importante “C”
- S: 1.20 Factor de suelo: suelo intermedio S2
- Tp: 0.60 Periodo que define la plataforma del factor “C”
- Tl: 2.00 Periodo que define el inicio de la zona del factor “C” con desplazamiento constante.
- C: 2.50 Factor de amplificación sísmica
- Ro: 7.00 coeficiente básico de reducción sísmica – Madera (por esfuerzos admisibles) debido a que no se encuentra de la norma se tomó el valor asignado a la madera siendo este un material similar en propiedades mecánicas y método de análisis al del bambú.
- Cortante basal: $Vb = \frac{ZUCS}{Ro} = \frac{0.25 \cdot 1.0 \cdot 2.50 \cdot 1.20}{7} = 0.10714286$, este valor será asignado al programa para que internamente haga la distribución de fuerza sísmica en altura.

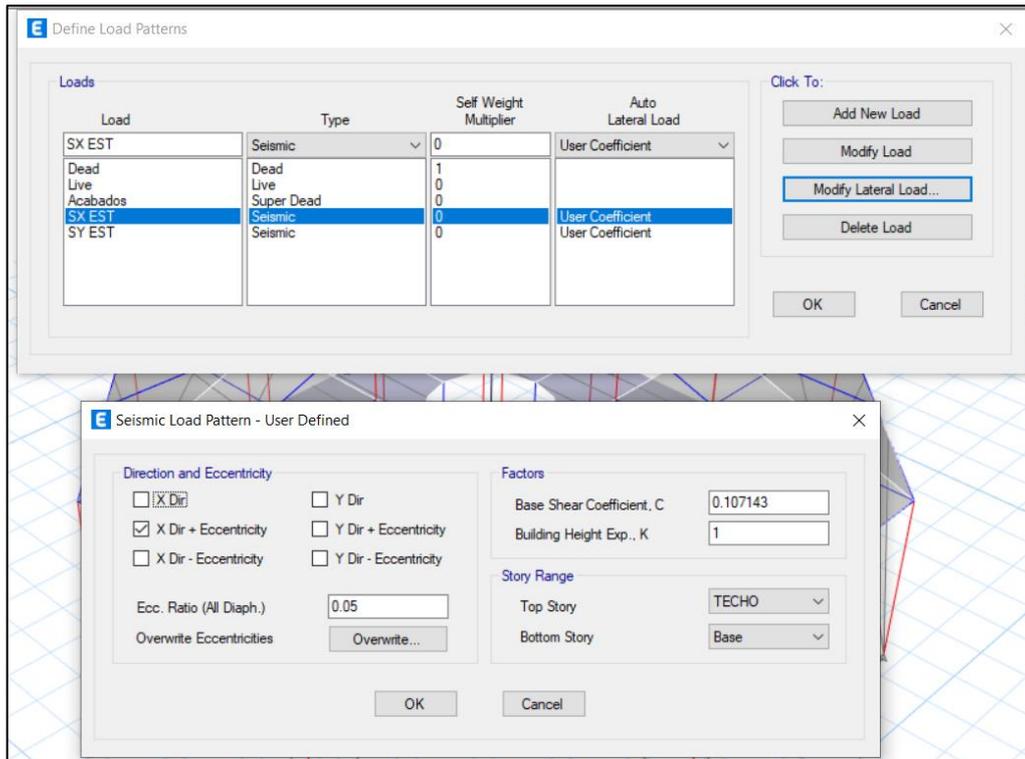


Figura 49. Asignación de coeficiente basal en el programa Etabs v19

Irregularidades en altura y planta:

Se evaluaron las irregularidades en planta y en altura según lo estipula la NTP E.030 de las cuales no se contó con irregularidades, quedando un cortante basal de la siguiente manera:

$$Vbx = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.0 \cdot 2.50 \cdot 1.20}{7.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 0.10714286$$

$$Vby = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.25 \cdot 1.0 \cdot 2.50 \cdot 1.20}{7.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 0.10714286$$

4.4.2. Análisis dinámico modal espectral.

Para el análisis dinámico modal espectral nos ayudamos del programa para determinar los modos de vibración teniendo en cuenta la rigidez y la distribución de masas en cada dirección, y verificando que la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total. Así también se define el espectro de aceleración espectral teniendo en cuenta los parámetros sísmicos y demás consideraciones que indica la NTP E.030 para realizar un correcto análisis.

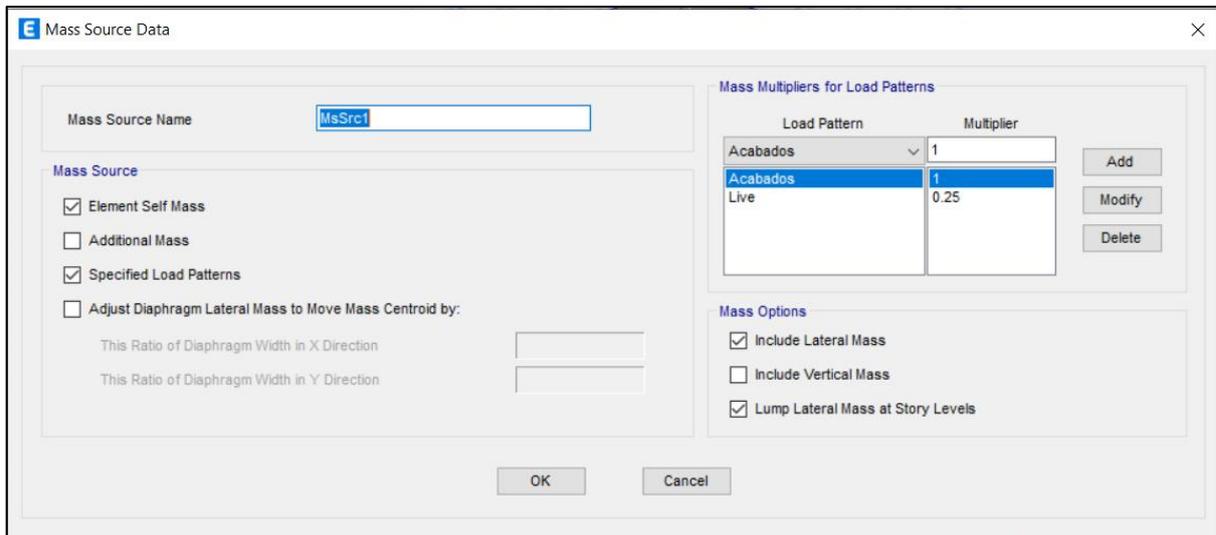


Figura 50. Estimación de peso para una edificación categoría C, corresponde 100%CM+25%CV

Case	Mode	Period sec	SumUX	SumUY	SumUZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.513	0.1051	0	0	0	0.0037	0.2186
Modal	2	0.421	0.1051	0.9886	0	0.0566	0.0037	0.2186
Modal	3	0.332	0.8881	0.9886	0	0.0566	0.0721	0.4007
Modal	4	0.183	0.8881	0.9987	0	0.8819	0.0721	0.4007
Modal	5	0.176	0.8924	0.9987	0	0.8819	0.8658	0.4431
Modal	6	0.143	0.8932	0.9987	0	0.8819	0.8664	0.4436
Modal	7	0.109	0.9706	0.9987	0	0.8819	0.8792	0.9273
Modal	8	0.096	0.9707	0.9987	0	0.8819	0.8793	0.9275
Modal	9	0.096	0.9707	0.9988	0	0.8821	0.8793	0.9275
Modal	10	0.095	0.9717	0.9988	0	0.8821	0.8793	0.9368
Modal	11	0.087	0.9717	0.999	0	0.8842	0.8793	0.9368
Modal	12	0.079	0.9717	0.999	0	0.8842	0.8793	0.9368
Modal	13	0.077	0.9718	0.999	0	0.8842	0.8794	0.9375
Modal	14	0.076	0.974	0.999	0	0.8842	0.8824	0.9424
Modal	15	0.076	0.974	0.9992	0	0.8854	0.8824	0.9424

Figura 51. Masa participativa según ETABS v19.

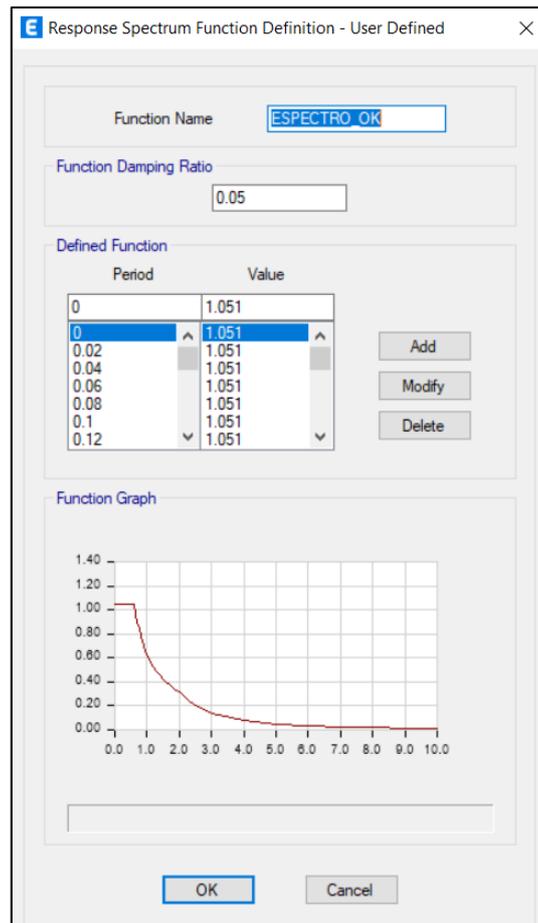


Figura 52. Espectro pseudo aceleración.

Verificación de cortante mínima:

Luego de haber definido el R-Final para el cálculo de los coeficientes se procedió a verificar el cortante mínimo para cada una de las direcciones de análisis donde se debe tener en cuenta que para estructuras regulares la fuerza cortante en el primer entrepiso no puede ser menor que el 80% según lo describe la NTP E.030

Tabla 8. Cortante mínima.

Dirección	V estático	V dinámico	V dinámico / V estático
X	-1347.9	1056.35	78.37 %
Y	-1347.9	1299.75	96.43%

Fuente: elaboración propia.

En tabla se puede observar que para la dirección "X" la fuerza cortante es menor al 80% y para la dirección "Y" estamos dentro de los parámetros, siendo

necesario escalar los resultados obtenidos en la dirección “X” excepto los desplazamientos. El factor de escala evaluado para la dirección XX es: **1.033558**

Verificación de desplazamientos permisibles:

Para determinar los desplazamientos laterales de la edificación se tuvo en cuenta la regularidad de la estructura para aplicar lo que indica la norma y multiplicar por 0.75R (para estructuras regulares) los resultados obtenidos del análisis lineal elástico con solicitaciones sísmicas reducidas para luego calcular la distorsión de entrepiso según el material predominante:

Tabla 9.Desplazamientos de edificación.

Story	Output Case	Direction	Drift	Valor según norma	Verification
TECHO	DRIFT XX Q	X	0.000197	0.01	OK
TECHO	DRIFT YY Q	Y	0.000234	0.01	OK
NIVEL2	DRIFT XX Q	X	0.005438	0.01	OK
NIVEL2	DRIFT XX Q	Y	0.001116	0.01	OK
NIVEL2	DRIFT YY Q	Y	0.005597	0.01	OK
REFE1	DRIFT XX Q	X	0.00266	0.01	OK
REFE1	DRIFT YY Q	Y	0.004181	0.01	OK
NIVEL1	DRIFT XX Q	X	0.004277	0.01	OK
NIVEL1	DRIFT XX Q	Y	0.002874	0.01	OK
NIVEL1	DRIFT YY Q	Y	0.006867	0.01	OK

Fuente: ETABS.

4.5. Diseño estructural

Para el diseño de vigas, viguetas y columnas se obtiene los esfuerzos internos del programa Etabs para luego diseñar en base a la norma NTP E.100 “BAMBÚ”. Teniendo en consideración el método de diseño por esfuerzos admisibles, requisitos de resistencia de rigidez, y las cargas que deben de soportar. A continuación, se menciona algunas consideraciones importantes antes de empezar con el diseño de los elementos estructurales.

Combinaciones de diseño:

Se consideran las combinaciones exigidas para diseños por esfuerzos admisibles según NTP E.020

- D
- D+L
- D+0.70E
- α (D+L+0.70E)

Donde:

D: Carga muerta

L: Carga viva

E: Carga de sismo

Tabla 10. Esfuerzos admisibles.

ESFUERZOS ADMISIBLES				
FLEXIÓN (fm)	TRACCIÓN PARALELA (ft)	COMPRESIÓN PARALELA (fc)	CORTE (fv)	COMPRESIÓN PERPENDICULAR (fcl)
50 kg/cm ²	160 kg/cm ²	130 kg/cm ²	10 kg/cm ²	1.3 g/cm ²

Fuente: Norma E.100

Coefficientes de modificación

$$f'_i = f_i * CD * CL * Cr$$

Donde:

f'_i : esfuerzo admisible modificado para la sollicitación "i"

f_i : esfuerzo admisible en la sollicitación i

CD: Coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1 para para carga viva).

CL: Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas

Cr: Coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta para el caso de diseño de viguetas, correas entablados y entramados, donde exista una acción de conjunto garantizada, estos esfuerzos podrán incrementarse en un 10% (Cr=1.1) siempre y cuando la separación entre elementos no sea a 60cm.

4.5.1. Diseño de vigas

Una vez verificado el análisis estructural en el software ETABS se procedido a diseñar los elementos estructurales según la norma NTP E.100 "BAMBÚ".

Diseño de vigas, viguetas y correas:

Se diseño la viguetas y correas de 1C1F-D=12cm, las vigas de 1C2F-D=12cm correspondiente a los techos y pisos, a continuación, se presenta los datos para el diseño:

STEINER			
SECCIÓN	1C1F		(ver tabla 00A)
ÁREA	40.72	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	6	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	600.95	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	3.84	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	100.16	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	12	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	600.95	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	100.16	cm ³	Módulo de sección x-x
DATOS DE VIGAS			
L viga principal	2.35	m	Longitud de la viga principal.
Qd	77.5	Kg/m	Carga muerta distribuida
QL	100	Kg/m	Carga viva distribuida.
V(programa)	87.29	Kgf	Cortante extraido del programa.
M(programa)	7.7	kgf.m	Momento extraido del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta		250	Coefficiente de deflexión
Dads	9	mm	Deflexión admisible normativa

Figura 53.Datos de vigueta y correas 1C1F-D=12CM

STEINER			
SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	81.43	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	4133.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	344.45	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	1201.91	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	200.32	cm ³	Módulo de sección x-x
DATOS DE VIGAS			
L viga principal	2.35	m	Longitud de la viga principal.
Qd	88.47	Kg/m	Carga muerta distribuida
QL	135	Kg/m	Carga viva distribuida.
V(programa)	101.67	Kgf	Cortante extraido del programa.
M(programa)	76.18	kgf.m	Momento extraido del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta		250	Coefficiente de deflexión
Dads	9	mm	Deflexión admisible normativa

Figura 54.Datos de vigas de borde interior 1c2f-d=12cm

STEINER			
SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	81.43	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	4133.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	344.45	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	1201.91	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	200.32	cm ³	Módulo de sección x-x
DATOS DE VIGAS			
L viga principal	2.35	m	Longitud de la viga principal.
Qd	36.9	Kg/m	Carga muerta distribuida
QL	58.75	Kg/m	Carga viva distribuida.
V(programa)	96.9	Kgf	Cortante extraído del programa.
M(programa)	94.58	kgf.m	Momento extraído del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta		250	Coefficiente de deflexión
Dads	9	mm	Deflexión admisible normativa

Figura 55. Datos de vigas de borde exterior 1C2F-D=12CM.

STEINER			
SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	81.43	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	4133.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	344.45	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	1201.91	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	200.32	cm ³	Módulo de sección x-x
DATOS DE VIGAS			
L viga principal	3.5	m	Longitud de la viga principal.
Qd	76.5	Kg/m	Carga muerta distribuida
QL	235	Kg/m	Carga viva distribuida.
V(programa)	225.31	Kgf	Cortante extraído del programa.
M(programa)	150.71	kgf.m	Momento extraído del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta		250	Coefficiente de deflexión
Dads	14	mm	Deflexión admisible normativa

Figura 56. Datos de vigas de (techo 1)1C2F-D=12CM.

STEINER			
SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	81.43	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	4133.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	344.45	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	1201.91	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	200.32	cm ³	Módulo de sección x-x
DATOS DE VIGAS			
L viga principal	3.7	m	Longitud de la viga principal.
Qd	76.5	Kg/m	Carga muerta distribuida
QL	235	Kg/m	Carga viva distribuida.
V(programa)	225.31	Kgf	Cortante extraído del programa.
M(programa)	150.71	kgf.m	Momento extraído del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta	250		Coefficiente de deflexión
Dads	15	mm	Deflexión admisible normativa

Figura 57. Datos de vigas (Techo2) 1C2F-D=12CM.

Luego Se muestra para cada tipo de fuerzas, la envolvente de las combinaciones de cargas: Diagrama envolvente de momento flector (DMF) y diagrama de fuerza cortante (DFC) así como el diseño de los distintos elementos estructurales a flexión:

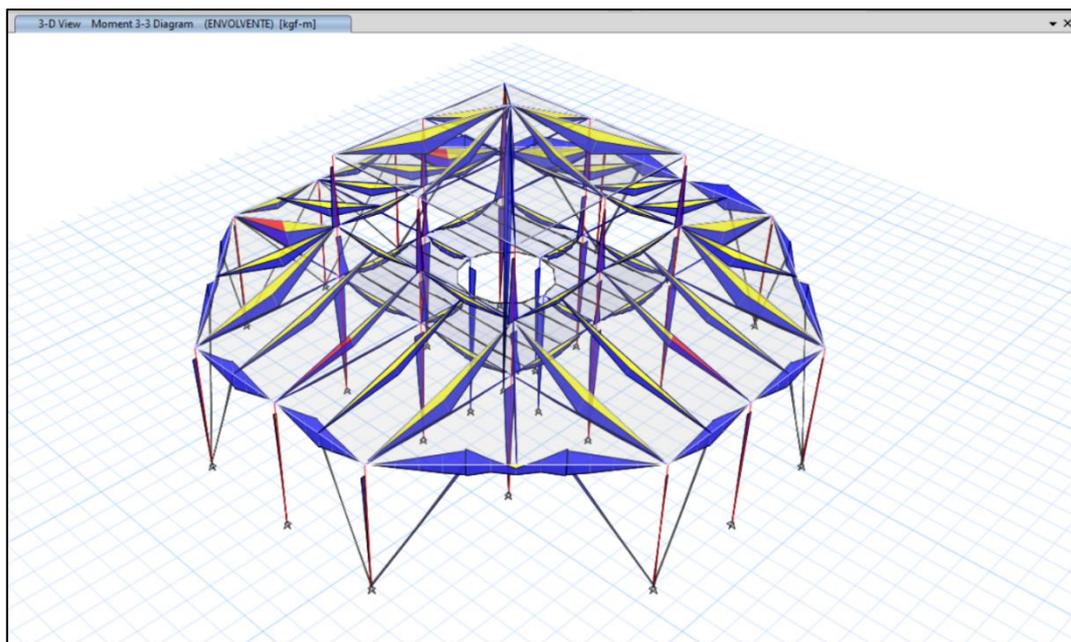


Figura 58. Diagrama de Momento flector en vigas, viguetas y correas, columnas

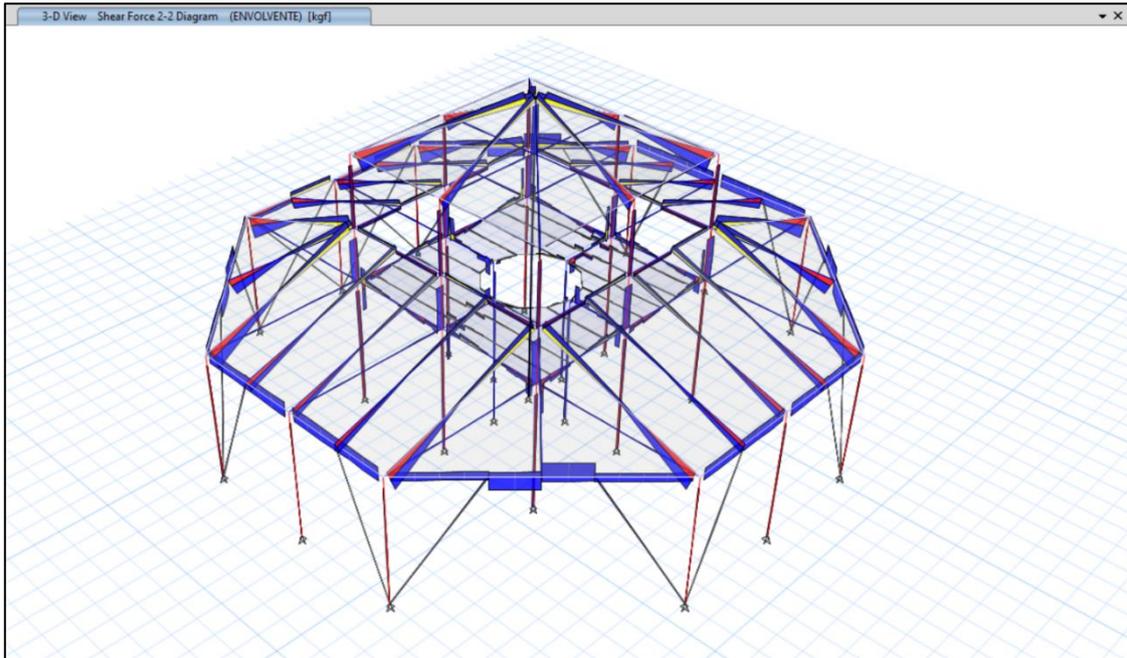


Figura 59. Diagrama de fuerza cortante en vigas, viguetas y correas, columnas

FLEXIÓN			
H/D	1	cm/cm	No requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F ^b	44.10	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
f ^b	7.69	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	17.4%		Demanda/Capacidad
CORTANTE			
V _{cal}	78.3752766	Kg	Cortante de cálculo
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F ^v	8.82	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
F _v	3.82	Kgf/cm ²	Esfuerzo cortante
D/C	43.3%		Demanda/Capacidad
APLASTAMIENTO			
b	12	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior).
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero
F ^p	12.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
t _{promedio} =	1.2	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
F _p	0.91	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	7.1%		Demanda/Capacidad
TENSIÓN			
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F ^t	156.80	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	2.94	kgf	Tracción por efecto de sismo.
F _t	0.07	Kg/cm ²	
D/C	0.0%		Demanda/Capacidad

Figura 60. Diseño de vigueta y correas 1C1F-D=12CM

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _b	44.10	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
fb	22.12	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	50.2%		Demanda/Capacidad
CORTANTE			
Vcal	80.9033617	Kg	Cortante de cálculo
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _v	8.82	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
Fv	1.97	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante
D/C	22.3%		Demanda/Capacidad
APLASTAMIENTO			
b	12	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior).
CL	0.98	0.98	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero
F _p	12.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
tpromedio=	3.92	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
Fp	1.06	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	8.3%		Demanda/Capacidad
TENSIÓN			
CL	0.98	0.98	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _t	156.80	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	31.39	kgf	Tracción por efecto de sismo.
Ft	0.39	Kg/cm ²	
D/C	0.2%		Demanda/Capacidad

Figura 61. Diseño de Viga de borde interior 1C2F-D=12CM

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _b	44.10	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
fb	43.75	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	99.2%		Demanda/Capacidad
CORTANTE			
Vcal	194.4103429	Kg	Cortante de cálculo
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _v	8.82	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
Fv	4.74	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante
D/C	53.7%		Demanda/Capacidad
APLASTAMIENTO			
b	12	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior).
CL	0.98	0.98	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero
F _p	12.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
tpromedio=	3.92	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
Fp	2.35	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	18.4%		Demanda/Capacidad
TENSIÓN			
CL	0.98	0.98	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _t	156.80	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	64.61	kgf	Tracción por efecto de sismo.
Ft	0.79	Kg/cm ²	
D/C	0.5%		Demanda/Capacidad

Figura 62. Diseño de Viga de borde exterior 1C2F-D=12CM

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _b	44.10	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
f _b	43.75	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	99.2%		Demanda/Capacidad
CORTANTE			
V _{cal}	196.0805946	Kg	Cortante de cálculo
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _v	8.82	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
F _v	4.78	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante
D/C	54.2%		Demanda/Capacidad
APLASTAMIENTO			
b	12	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior).
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero
F _p	12.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
t _{promedio} =	3.92	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
F _p	2.35	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	18.4%		Demanda/Capacidad
TENSIÓN			
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _t	156.80	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	170	kgf	Tracción por efecto de sismo.
F _t	2.09	Kg/cm ²	
D/C	1.3%		Demanda/Capacidad

Figura 63. Diseño de vigas (Techo1) 1C2F-D=12CM

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _b	44.10	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
f _b	43.75	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	99.2%		Demanda/Capacidad
CORTANTE			
V _{cal}	196.0805946	Kg	Cortante de cálculo
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
CL	0.98	0.88	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _v	8.82	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
F _v	4.78	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante
D/C	54.2%		Demanda/Capacidad
APLASTAMIENTO			
b	12	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior).
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero
F _p	12.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
t _{promedio} =	3.92	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
F _p	2.35	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	18.4%		Demanda/Capacidad
TENSIÓN			
CL	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
Cr	1	0.98	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
F _t	156.80	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	170	kgf	Tracción por efecto de sismo.
F _t	2.09	Kg/cm ²	
D/C	1.3%		Demanda/Capacidad

Figura 64. Diseño de vigas (Techo2) 1C2F-D=12CM

4.5.2. Diseño de columnas.

Para el diseño de columnas se consideró las fuerzas axiales y momentos flectores simultáneamente con ayuda del software ETABS luego se procedió a diseñar los elementos estructurales según la norma NTP E.100 "BAMBÚ".

Diseño de columna:

- Se diseñó la columna C1: 2C2F-D=12CM, C2: 2C CF 2F – D=12cm, para el diseño por compresión axial, flexo compresión se tomó las combinaciones más desfavorables por carga axial y momento flector en ambas direcciones de la columna en el primer nivel.
 - **Diagonales 1C1F – D=12cm**
 - **Columna C1: 2C2F - D = 12cm**
 - **Columna C2: 2C CF 2F - D = 12cm**
 - **Columna C3: 1C2F - D = 12cm**

Según esta disposición en la columna se procedió a diseñar como se muestra a continuación:

STEINER			
SECCIÓN	1C1F		(ver tabla 00A)
ÁREA	40.72	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	6	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x-
Inercia (cm ⁴) Y-Y	600.95	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	3.84	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	100.16	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	12	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	600.95	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	100.16	cm ³	Módulo de sección x-x
CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
P columna (programa)	232.92	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (envolvente).
M programa	8.69	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
V programa	6	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
T programa	0	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cr	1	0.20	Coefficiente de modificación por distribución de cargas
CP	0.224		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
Utilizar Cp=	NO		Cuando un miembro a compresión es soportado en toda su longitud y en ambas direcciones principales, para prevenir desplazamientos laterales, Cp=1
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado sin CP
Lcolumna	3.25	m	Altura de la columna
k	2		Coefficiente de longitud efectiva
Le	6.5	m	Longitud efectiva
λ X-X	150.00		Relacion esbeltez del elemento x-x. (<150)
λ Y-Y	150.00		Relacion esbeltez del elemento y-y. (<150)
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras
Ck	67.16		Esbeltez Ck, límite entre columnas.
C columna	LARGA		Clasificación de columnas.
Fc	1.05	Mpa.	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante
Fc	10.71	Kgf/cm ²	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante
D/C	10.1%		Demanda sobre capacidad.
TENSIÓN AXIAL			
ft	0.000	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	8.68	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Flexión actuante.
f't	131.04	Kgf/cm ²	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f'b	40.95	Kgf/cm ²	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.2119	CORRECTO	
FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	1024.80 kg	CORRECTO	Carga Crítica de Euler.
km	1.52		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.42	CORRECTO	

Figura 65. Diseño de diagonales 1C1F-D=12CM

SECCIÓN			
SECCIÓN	2C-2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	162.86	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	18	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	18	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	25855.68	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	12.60	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	1436.43	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	36	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	25855.68	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	12.60	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	1436.43	cm ³	Módulo de sección x-x
CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
P columna (programa)	1268.06	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (envolvente).
M programa	51.13	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
V programa	19.97	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
T programa	0	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cr	1	0.84	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
CP	0.931		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
Utilizar Cp=	SI		Cuando un miembro a compresión es soportado en toda su longitud y en ambas direcciones principales, para prevenir desplazamientos laterales, Cp=1
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado sin CP
FCE	35.77		
FCE/F'c	3.43		
Lcolumna	2.8	m	Altura de la columna.
k	2		Coefficiente de longitud efectiva
Le	5.6	m	Longitud efectiva
λ, X-X	44.44		Relacion esbeltez del elemento x-x. (<150)
λ, Y-Y	44.44		Relacion esbeltez del elemento y-y. (<150)
F'c	108.88	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras
Ck	66.42		Esbeltez Ck, límite entre columnas.
C columna	INTERMEDIA		Clasificación de columnas.
Fc	0.87	Mpa.	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante
Fc	8.84	Kgf/cm ²	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante
D/C	8.3%		Demanda sobre capacidad.
TENSIÓN AXIAL			
ft	0.000	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	3.56	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Flexión actuante.
ft	134.00	Kgf/cm ²	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
fb	41.88	Kgf/cm ²	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.0850		CORRECTO
FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	59402.20 kg		Carga Crítica de Euler.
km	1.03		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.17		CORRECTO

Figura 66. Diseño de Columna borde interior C1: 2C2F-D=12CM.

STEINER			
SECCIÓN	2C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	162.86	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	12	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	8266.78	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	688.90	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	8266.78	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	7.12	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	688.90	cm ³	Módulo de sección x-x
CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
P columna (programa)	332.48	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (envolvente).
M programa	20.83	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
V programa	8.66	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
T programa	0	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cr	1	0.65	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
CP	0.721		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
Utilizar Cp=	NO		Quando un miembro a compresión es soportado en toda su longitud y en ambas direcciones principales, para prevenir desplazamientos laterales, Cp=1
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado sin CP
FCE	11.44		
FCE/F'c	1.10		
Lcolumna	2.8	m	Altura de la columna.
k	2		Coefficiente de longitud efectiva
Le	5.6	m	Longitud efectiva
λ. X-X	78.60		Relacion esbeltez del elemento x-x. (<150)
λ. Y-Y	78.60		Relacion esbeltez del elemento y-y. (<150)
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras
Ck	67.16		Esbeltez Ck, límite entre columnas.
C columna	LARGA		Clasificación de columnas.
Fc	3.82	Mpa	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
Fc	38.99	Kgf/cm ²	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
D/C	36.6%		Demanda sobre capacidad.
TENSIÓN AXIAL			
ft	0.000	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	3.02	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Flexión actuante.
f't	131.04	Kgf/cm ²	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f'b	40.95	Kgf/cm ²	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.0738		CORRECTO
FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	18992.54 kg	CORRECTO	Carga Crítica de Euler.
km	1.03		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.44	CORRECTO	

Figura 67. Diseño de Columna borde exterior C1: 2C2F-D=12CM

STEINER			
SECCIÓN	2C-CF-2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	203.58	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	18	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	18	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	26456.63	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	11.40	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	1469.81	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	36	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	26456.63	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	11.40	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	1469.81	cm ³	Módulo de sección x-x
CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
P columna (programa)	959.39	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (envolvente).
M programa	36.75	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
V programa	38.58	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
T programa	0	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cr	1	0.82	Coefficiente de modificación por distribución de cargas
CP	0.912		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
Utilizar Cp=	SI		Cuando un miembro a compresión es soportado en toda su longitud y en ambas direcciones principales, para prevenir desplazamientos laterales, Cp=1
Fc	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado sin CP
Lcolumna	2.8	m	Altura de la columna.
k	2		Coefficiente de longitud efectiva
Le	5.6	m	Longitud efectiva
λ, X-X	49.12		Relacion esbetez del elemento x-x. (<150)
λ, Y-Y	49.12		Relacion esbetez del elemento y-y. (<150)
Fc	106.71	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras
Ck	67.09		Esbetez Ck, límite entre columnas.
C columna	INTERMEDIA		Clasificación de columnas.
Fc	0.55	Mpa.	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
Fc	5.59	Kgf/cm ²	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
D/C	5.2%		Demanda sobre capacidad.
TENSIÓN AXIAL			
ft	0.000	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	2.50	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Flexión actuante.
f _t	131.34	Kgf/cm ²	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f _b	41.04	Kgf/cm ²	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.0609		CORRECTO
FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	60782.86 kg		Carga Crítica de Euler. CORRECTO
km	1.02		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.11		CORRECTO

Figura 68. Diseño de columna central C2: 2C CF 2F-D=12CM

STEINER			
SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	81.43	cm ²	Área de la sección
Ycg (cm)	12	cm	Centro de gravedad y-y
Xcg (cm)	6	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	4133.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	7.12	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	344.45	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	24	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	1201.91	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	3.84	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	200.32	cm ³	Módulo de sección x-x
CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
P columna (programa)	675.65	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (envolvente).
M programa	28.92	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
V programa	11.3	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
T programa	0	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (envolvente).
COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cr	1	0.65	Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
CP	0.721		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
Utilizar Cp=	SI		Cuando un miembro a compresión es soportado en toda su longitud y en ambas direcciones principales, para prevenir desplazamientos laterales, Cp=1
F'c	106.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado sin CP
FCE	11.44		
FCE/F'c	1.10		
Lcolumna	2.8	m	Altura de la columna.
k	2		Coefficiente de longitud efectiva
Le	5.6	m	Longitud efectiva
λ. X-X	145.76		Relacion esbeltez del elemento x-x. (<150)
λ. Y-Y	78.60		Relacion esbeltez del elemento y-y. (<150)
F'c	84.42	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras
Ck	75.43		Esbeltez Ck, límite entre columnas.
C columna	LARGA		Clasificación de columnas.
Fc	1.11	Mpa	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
Fc	11.34	Kgf/cm ²	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
D/C	10.6%		Demanda sobre capacidad.
TENSIÓN AXIAL			
ft	0.000	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	8.40	Kgf/cm ²	Esfuerzo de Flexión actuante.
f't	103.90	Kgf/cm ²	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f'b	32.47	Kgf/cm ²	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.2586		CORRECTO
FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	9496.27 kg	CORRECTO	Carga Crítica de Euler.
km	1.12		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.42	CORRECTO	

Figura 69. Diseño de Columna C3: 1C2F-D=12CM

4.5.3. Diseño de cimentación

Diseño de Zapatas:

Del pre dimensionamiento y en función a las recomendaciones del estudio de suelos se obtuvo un solo tipo de zapatas aisladas

- Z1:1.00x1.00m, H=0.30m

Así mismo también se verificó que con el área propuesta de zapatas no se excede la capacidad portante ($q=0.778 \text{ kg/cm}^2$ -Valor del estudio de suelos) utilizando el software de diseño Etabs v19, y se cumple correctamente con las presiones, como se aprecia en la imagen

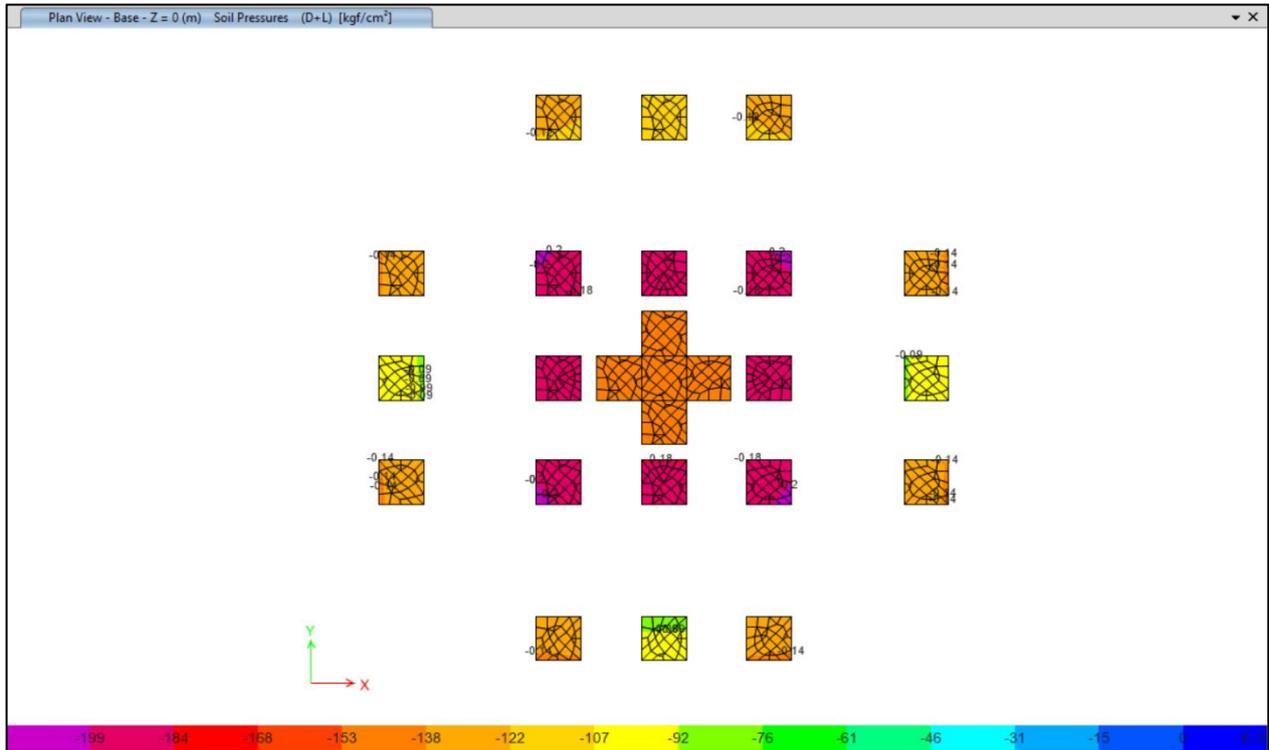


Figura 70. Verificación de presiones en el suelo, según Etabs v19

Luego se procedió a diseñar el acero por flexión en zapatas, se diseñó el acero de refuerzo utilizando el ETABS V19, así como cálculo manual para su verificación siendo este de similar resultado, finalmente se optimizo el acero mediante el software:

Z1: 1.00x1.00m, H=0.30m: ϕ 1/2" @0.20 Inf.

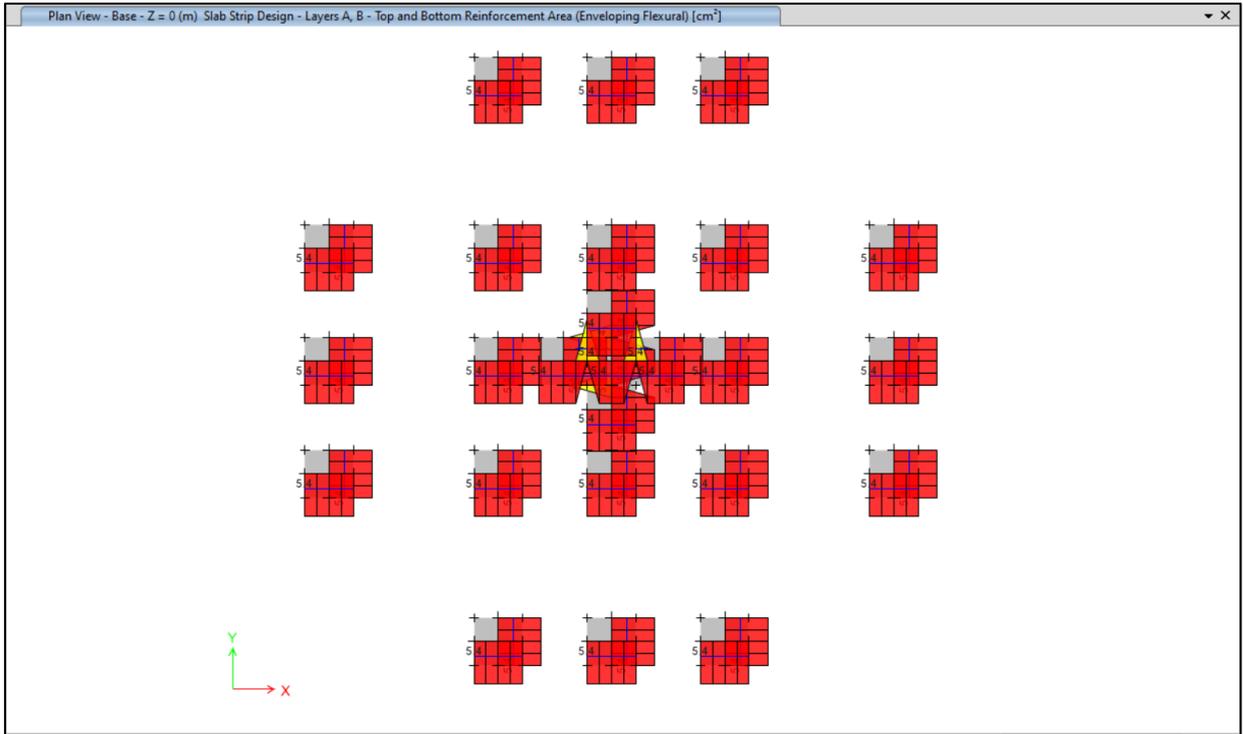


Figura 71. Área de acero en zapatas, según Etabs v19

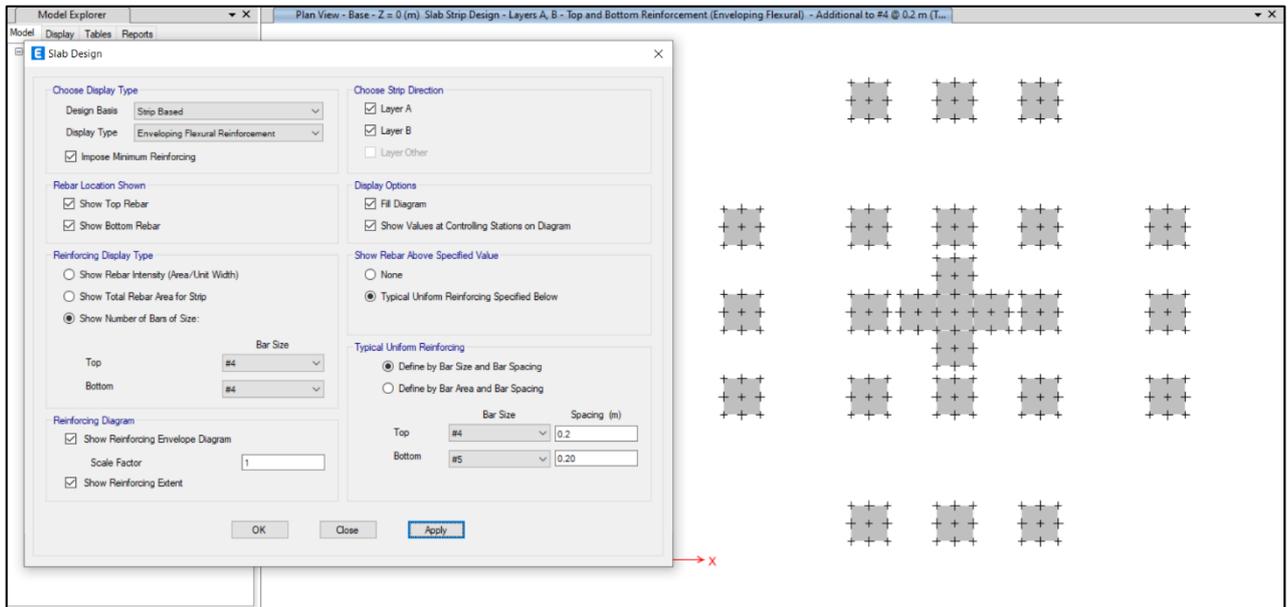


Figura 72. Diseño de acero en zapatas, según Etabs v19

Diseño de conexiones entre cimentación y columnas:

En función a las recomendaciones de la norma E.100 BAMBÚ se realizó el diseño de conexiones entre la cimentación y los elementos de bambú. De ello se obtuvo que las conexiones serán de una varilla de: $\varnothing 1/2"$ colocados en base al número de bambús que conforma cada columna.

CONEXIÓN A LA CIMENTACIÓN CON VARILLAS DE ACERO CORRUGADA			
VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN
INGRESO DE DATOS DE ELEMENTOS GAK EN COLUMNAS.			
D	12	cm	Diámetro promedio exterior en columna.
d	9.6	cm	Diámetro interno en columna.
t	1.2	cm	Espesor.
f _v	10	kgf/cm ²	Esfuerzo a corte de la Gak.
A	40.72	cm ²	Area del culmo.
P _v	407.15	kgf	Carga límite por producto de Esfuerzo de Corte.
CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA VARILLA.			
VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN
Φ _v	1/2	pulg	Diámetro de la varilla de anclaje.
f _y	4200	kgf/cm ²	Fluencia del acero.
F _u	6300	kgf/cm ²	Límite de esfuerzo a la rotura del acero.
A _p	1.27		Area de la varilla.
R _v	3990.32	kgf	Fuerza de corte recibida hacia la varilla.
D/C	10%		Demanda/Capacidad.
CÁLCULO LONGITUD DE DESARROLLO EN EL DADO DE HORMIGÓN ARMADO.			
f _c	210	Kg/cm ²	Resistencia a la compresión del hormigón.
L _{dc}	21.74	cm	Longitud de anclaje a compresión .
L _{dt}	1.99	cm	Longitud de alclaje a tensión .
L ₁	40	cm	Longitud de varilla sobre la superficie de hormigón (min. 40 cm)
L _{2r}	60	cm	Longitud de correlación en L ₁ , de anclaje bajo la superficie de H.A.
L _{anclaje}	60	cm	Longitud de varilla bajo la superficie de concreto armado.

GRÁFICOS EXPLICATIVOS.

Conexión en cimentación con varillas.

Figura 73. Diseño de aceros de conexión entre cimentación y columnas

4.5.4. Diseño de uniones mediante conexiones.

Diseño de uniones longitudinales con pieza de madera

Para unir longitudinalmente, dos o más piezas de bambú, se deben seleccionar piezas con diámetros similares y unirlos mediante elementos de conexión según sea el caso mediante piezas de madera, piezas metálicas o piezas de bambú, para nuestro caso utilizaremos las uniones mediante piezas de madera, por ser la más económica; realizado el cálculo se diseñaron piezas de madera del grupo C, según las NTP E.10 MADERA, con un diámetro reducido en un 25% del diámetro menor del bambú para poder facilitar su proceso constructivo, y una longitud de desarrollo de 80cm, de esta manera cumplimos con el cálculo demanda capacidad respecto al esfuerzo admisible por corte en el bambú y el esfuerzo admisible por corte en la madera cumpliendo en un 71%, tal como se muestra en la siguiente imagen:

VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN
GRUPO	C		
fm	9.8	MPa	Esfuerzo admisible a flexión.
ft	7.3	MPa	Esfuerzo admisible a tensión paralela.
fc (II)	7.8	MPa	Esfuerzo admisible a compresión paralela.
fc (T)	1.5	MPa	Esfuerzo admisible a compresión perpendicular.
fv	0.8	MPa	Esfuerzo admisible a corte en madera.
D	12	cm	Diámetro exterior del elemento Gak.
d	9.6	cm	Diámetro interno del elemento Gak.
t	1.2	cm	Espesor del elemento Gak.
DATOS DEL ELEMENTO GAK			
Fv	10	Kg/cm2	Esfuerzo admisible a corte de la Gak.
A	40.72	área	Área del culmo.
Pv	407.15	kgf	Fuerza admisible a corte en la Gak.
DATOS DE LA MADERA Y VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD.			
Dm	9.47	cm	Diámetro del taco de madera.
A	70.46	cm ²	Área trasversal del taco de madera.
Fv	574.84	kgf	Fuerza admisible por corte en la madera.
Lt	80	cm	Longitud de desarrollo total interno a la Gak.
D/C	71%		Cumple, y requiere de taco

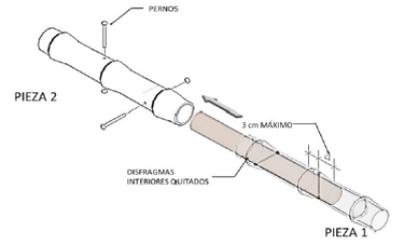


Figura 74. Diseño de uniones longitudinales mediante piezas de madera

Diseño de uniones perpendiculares y en diagonal con pernos.

Para unir perpendicularmente y en diagonal se debe lograr el mayor contacto entre piezas, realizando cortes según lo establece la NTP E.100 BAMBÚ en su anexo A, o cualquier otro mecanismo para lograr dicho objetivo. Para ello se debe emplear conexiones según sea el caso mediante piezas de madera, piezas metálicas o piezas de bambú, para nuestro caso utilizaremos conexiones mediante pernos, realizado el cálculo se diseñaron los pernos con un diámetro de 3/8 pulg. que será utilizado tanto para las conexiones diagonales como perpendiculares de la estructura, tal como se muestra en la imagen:

VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN
INGRESO DE DATOS DE ELEMENTOS GAK EN COLUMNAS.			
D	12	cm	Diámetro promedio exterior en columna.
d	9.6	cm	Diámetro interno en columna..
t	1.2	cm	Espesor.
fv	10	kgf/cm ²	Esfuerzo a corte de la Gak.
A	40.72	cm ²	Sección trasversal.
Pv	407.15	kgf	Carga límite por producto de E. Corte.
INGRESO DE DATOS DE ELEMENTOS GAK EN VIGAS			
D	12	cm	Diámetro promedio exterior en viga.
d	9.2	cm	Diámetro interno en columna.
t	1.4	cm	Espesor.
fv	10	kgf/cm ²	Esfuerzo a corte de la Gak.
A	46.62	cm ²	Sección trasversal.
Pv	466.21	kgf	Carga límite por producto de E. Corte.
CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL PERNO.			
Φp	3/8	in	Diámetro de la varilla roscada
Φh	1.11	cm	Diámetro de perforación.
fy	2530	kgf/cm ²	Fluencia del acero.
Fu	3795	kgf/cm ²	Límite de esfuerzo a la rotura del acero.
Ap	0.71		Sección trasversal del perno.
Rv	1352.08	kgf	Fuerza de corte recibida hacia el perno.
D/C	34%		Demanda/Capacidad.

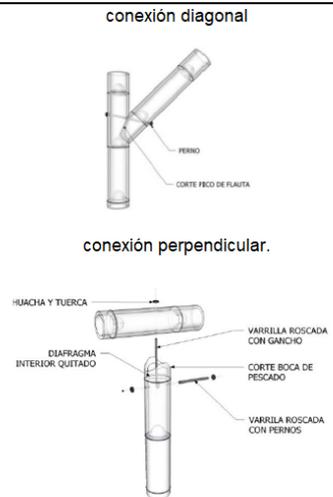


Figura 75. Diseño de uniones perpendiculares y diagonales mediante pernos.

Refuerzo en elementos compuestos

Cuando se construyen vigas con dos o más bambús se debe garantizar su estabilidad por medio de conectores transversales de acero, que garanticen el trabajo en conjunto; en nuestro caso tenemos vigas compuestas por dos elementos de bambú, realizado el cálculo los conectores serán distribuidos a un espaciamiento de 72 cm, según los cálculos, de ellos asumimos una distribución cada 70cm, tal como se muestra en la imagen:

CÁLCULO DE ESPACIAMIENTO DE CONECTORES				GRÁFICOS EXPLICATIVOS.	
VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN		
DATOS SOBRE SECCIONES COMPUESTAS.					
L	3.5	m	Longitud del culmo.		
q (p. u a.)	100	kgf/m	Carga lineal aplicada sobre la sección.		
h	24	cm	Altura de la sección compuesta.		
M	153.125	kgf-m	Momento.		
V	175	kgf	Cortante.		
VARIABLES DE SEPARACIÓN.					
j(V)	1427.12	cm	Espaciamiento de pasadores (Cortante).		
j(h)	72	cm	Espaciamiento de pasadores (altura de sección).		
j(L)	87.5	cm	Espaciamiento de pasadores (Longitud de viga).		
j min.	72.00	cm	Espaciamiento de pasadores elegido.		
	70		Adoptamos separacion		

Figura 76. Diseño de conectores en elementos compuestos: vigas 1C2F-D=12cm

4.6. Instalaciones.

4.6.2. Instalaciones eléctricas.

En el caso de las instalaciones eléctricas se tomará en cuenta la norma EM.010 La cual nos indica que puede desarrollarse de dos formas la primera teniendo en cuenta las cargas reales a instalarse, y similitud que se obtendrá durante la instalación y la segunda teniendo en cuenta las cargas unitarias y demandas que indica el código nacional de electricidad, el factor de simultaneidad será estipulado por el proyectista.

En el caso de esta investigación se utilizó el primer método ya que nos va permitir encontrar la potencia que se necesita para que la edificación tenga el servicio eléctrico adecuado basándose en la máxima demanda y considerando las cargas reales de uso.

Los circuitos de alumbrado y tomacorrientes según el código nacional de electricidad nos indica que no deben ser mayores de 15 amperios, los conductores deben ser de mínimo 2.5mm² de calibre y las cajas ortogonales tendrán como máximo 45 circuitos de salida.

Por otro lado, los interruptores deben cumplir con los requisitos de estar a 1.20m de altura y estar a 0.20 m de distancia de la puerta, esto facilitará el uso, los tomacorrientes estará a 0.30m o máximo 0.40 del suelo en el caso de los puntos

de tomacorriente de la refrigeradora, horno, licuadora estarán a 1.10 del nivel del piso.

Las luminarias estarán ubicadas en cada ambiente teniendo en cuenta la tabla de requisitos mínimos de iluminación de la norma EM.010 para una vivienda; las luminarias serán usadas de acuerdo al tipo de zona, por ejemplo, en las zonas donde no hay techo se usará las luminarias tipo Braket.

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
1.1	Zona privada					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
1.2	Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones
	Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx
	Rampas/andenes/patios de carga	150	25	0,40	40	

Figura 77. Requisitos mínimos de iluminación de la norma EM.010 en una vivienda.

Su unidad de medida es el lumen.

Fuentes:		
	Vela de cera	10 lm
	Incandescente standart 100 w	1 280 lm
	Incandescente standart 50 w	550 lm
	Lámpara compacta de 20 w	1 200 lm
	Lámpara compacta de 11 w	600 lm
	Fluorescente 40 w (HF)	2 500 lm
	Fluorescente 36 w (TF)	3 250 lm
	Lámpara vapor de sodio AP-70 w	5 600 lm
	Lámpara vapor de sodio BP-55 w	8 000 lm

Lux.- Es la unidad de iluminación.
1 Lux = 1 lumen/m²

Figura 78. Flujo luminoso de luminarias.

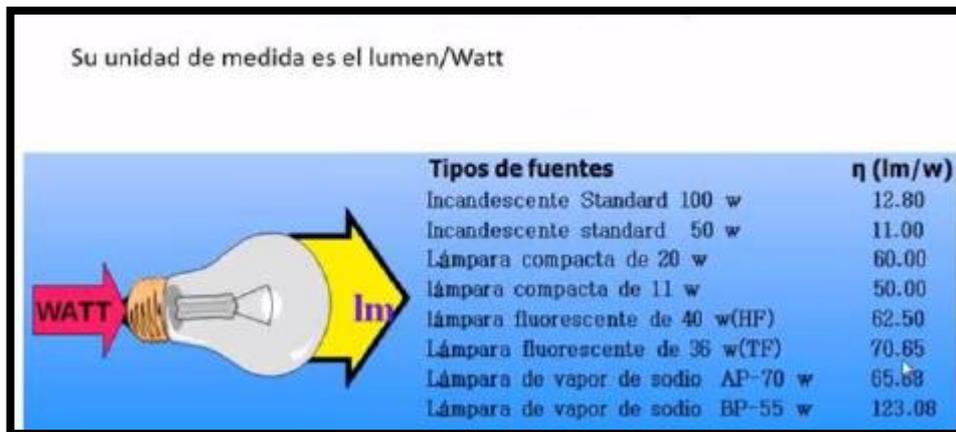


Figura 79. Eficiencia luminosa.

Como primer paso se realizó la ubicación de los ejes centrales del área de la vivienda, luego se colocó las luminarias en cada centro de las áreas repartidas de la vivienda y teniendo en cuenta si la demanda es mayor se colocó la cantidad de luminarias requeridas por cada área; en la zona de la entrada se optó por colocar una luminaria tipo braket adicional a la luminaria del techo, este criterio se tomó en cuenta por criterio de los investigadores.

Tabla 11. Tablero de distribución general.

CIRC UITO	ELEMENTO	LUMINARIAS		TOMAC.DOBLE		P. INSTALAD A	F. D	M.D
		32W		150W				
		CANT.	TOTAL	CANT	TOTAL			
C1	ALUMB. 1ER NIVEL	8	256			256	1%	256
C2	ALUMB. 1ER NIVEL	8	256			256	1%	256
C3	ALUMB. 1ER NIVEL	8	256			256	1%	256
C4	ALUMB. 2DO NIVEL	8	256			256	1%	256
C5	TOMC 1ER NIVEL			5	750	750	1%	750
C6	TOMC 1ER NIVEL			8	1200	1200	1%	1200
C7	TOMC 2DO NIVEL			8	1200	1200	1%	1200
						4174		4174

Fuente: Elaboración propia

K. W=4.17

KW=4.17

POTENCIA
NECESARIA:

M.D	FS	T(KW)
4.17	0.8	3.93

Como siguiente paso será encontrar el diámetro y selección de alimentadores.

$$\text{Monofásico: } I = \frac{W}{V \cdot \cos\theta}$$

$$\text{Trifásico: } I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\theta}$$

$$\text{Caída de tensión: } \Delta V = \frac{K \cdot I_d \cdot P \cdot L}{S}$$

Donde:

I=Electricidad a transmitir en el conductor alimentador en amperios.

W=Potencia en watts.

V=Tensión de servicio en voltios (220 voltios).

K= Factor del suministro (monof. k=2 y trif k= $\sqrt{3}$).

ρ =Resistencia de conductor(0.0175ohm-mm²/m).

S= sección de conductor mm².

L= distancia desarrollada(m)

Cos θ =factor potencia=0.9 para viviendas.

Por lo tanto, la sección del conductor será por capacidad:

IN: CORRIENTE NOMINAL.

I_d=corriente de diseño para el cable alimentador.

$$I_n = M.D. T / 220 \cdot 0.9$$

$$I_n = 4174 / 198 = 21.08 \text{ Amp.}$$

Teniendo en cuenta el factor de seguridad:

$$f_s = 1.25 \text{ (25\% adicional a carga nominal)}$$

$$I_d = f_s \cdot I_n = (1.25 \cdot 21.08) = 26.35 \text{ amp(ok)}$$

Para seleccionar el cable que alimentará desde el medidor a tablero:

Teniendo como base la corriente de diseño, luego se selecciona el cable alimentador según la siguiente figura.

SECCIÓN NOMINAL mm ²	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR	
	60° C TIPOS TW – MTW	75° C TIPOS RHW – THW THWN – XHHW
0.75	6	–
1.00	8	–
1.50	10	–
2.5	18	20
4	25	27
6	35	38
10	46	50
16	62	75
25	80	95
35	100	120
50	125	145
70	150	180
95	180	215
120	210	245
150	240	285
185	275	320
240	320	375
300	355	420
400	430	490
500	490	580

Figura 80. Capacidad de conductores de cobre aislado.

Para este proyecto se escogió un calibre 6mm².

Por lo tanto, el conductor que alimenta el tablero se calculará de la siguiente manera:

$$2 \cdot 1 \cdot 6 \text{mm}^2 \text{THW} + 1 \cdot 6 \text{mm}^2 \text{THM/T}$$

$$\text{La caída por tensión: } \Delta V = \frac{K \cdot I_d \cdot P \cdot L}{S}$$

$V' = (2 \cdot 26.35 \cdot (0.0175 \text{OHM} \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m} \cdot 0.3 \text{m})) / 6 \text{mm}^2 = 0.044$ (ok) la tensión máxima según C.N.E, la caída máxima será de 3.3V. por esa razón el conductor usado es el correcto.

En el caso de los circuitos derivados como son el circuito de alumbrado (C1, C2, C3 y C4)

Se tomará el criterio por capacidad y como cada circuito tiene la misma capacidad instalada se realizará el cálculo de manera conjunta los circuitos (C1, C2, C3 y C4)

$\text{Cos}\theta = 0.8$ (alumbrado y tomacorriente monofásico).

Reemplazando en formula

$$I_n = 256 \text{W} / (220 \cdot 0.8) = 1.45 \text{ Amp.}$$

$$I_d = 1.25 \cdot I_n = 1.81 \text{ Amp.}$$

Por esa razón se usará el cable : (2-1*2.5mm² TW)

Para la verificación por caída de tensión:

$\Delta V = \frac{K \cdot I_d \cdot P \cdot L}{S}$, reemplazando los datos se obtiene (2*1.45*(0.0175 ohm.mm²*m* 10.5m)) /2.5mm

V'=0.21 voltios (ok) ya que la caída por tensión máxima será de 5.5.

En el caso de los circuitos derivados como son el circuito de alumbrado (C5, C6 y C7), se realizan de manera conjunta porque poseen la misma capacidad instalada.

Cosθ=0.8(alumbrado y tomacorriente monofásico).

Reemplazando en formula

In=1200W/ (220*0.8) =6.81 Amp.

Id= 1.25*In=8.51 Amp.

Por esa razón se usará el cable :(2-1*2.5mm² TW+1*2.5mm²TW(T))

Para la verificación por caída de tensión:

$\Delta V = \frac{K \cdot I_d \cdot P \cdot L}{S}$, reemplazando los datos se obtiene (2*8.51*(0.0175 ohm.mm²*m* 15m)) /2.5mm

V'=1.78 voltios (ok) ya que la caída por tensión máxima será de 5.5.

Para la selección del interruptor termomagnético

Iz= intensidad máxima admisible por conductor.

IB=Carga máxima.

IN=Corriente nominal de protección

Tabla 12.Capacidad de alimentadores

Elemento:	IB<	IN	<=IZ
Alimentador	21.08	32	38
C1, c2, c3, c4	1.45	15	18
C5, c6, c7	6.81	15	18

Fuente: elaboración propia.

Es así que podemos definir que los alimentadores para cada circuito serán:

Alimentador: interruptor termomagnético 2*32^a.

C1, C2, C3, C4: Alumbrado=interruptor termomagnético 2*15^a.

C5, C6, C7: tomacorrientes= interruptor termomagnético 2*15^a.

Para la selección de tuberías se tomará en cuenta el diámetro y numero de los conductores.

Tipo de aislamiento	Sección nominal [mm ²]	Diámetro exterior [mm]	Dimensión de la tubería pesada o liviana												
			15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	155 [mm]
			(1/2)*	(3/4)*	(1)*	(1 1/4)*	(1 1/2)*	(2)*	(2 1/2)*	(3)*	(3 1/2)	(4)*	(4 1/2)*	(5)*	(6)*
THW, RHW-2	2,5	4,4	5	9	14	25	34	56	81	125	167	200	200	200	200
	4	4,9	4	7	11	20	27	45	65	101	135	174	200	200	200
	6	5,6	3	5	9	15	21	35	50	77	103	133	167	200	200
	10	7,1	1	3	5	9	13	21	31	48	64	82	103	130	188
	16	8,5	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	72	90	131
	25	9,5	1	1	3	5	7	12	17	26	36	46	58	72	105
	35	11	1	1	1	4	5	9	13	20	26	34	43	54	78
	50	13	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24	31	38	56
	70	15	1	1	1	1	2	4	7	11	12	18	23	29	42
	95	17	1	1	1	1	1	3	5	8	11	14	18	23	32
	120	20	1	1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23	23
	150	21	1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	21	21
	185	23	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10	12	18	18
	240	26	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7	10	14	14
	300	29	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	11	11
	400	32	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	9	9
500	35	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	7	7	

Figura 81. Código nacional de electricidad.

Alimentador a tablero general:

Teniendo en cuenta el número de conductores que pasan por la tubería de alimentación que son (1 fase, 1 neutro y cable de puesta a tierra); se tomara la tubería de 3/4".

Para los circuitos de alumbrado C1, C2, C3 y C4 los cables que pasaran será (1fase, 1 neutro y conmutador), por esa razón se tomara una tubería de 1/2".

Para los circuitos de alumbrado C5, C6 y C7 los cables que pasaran será (1fase, 1 neutro y conmutador), por esa razón se tomara una tubería de 1/2".

Por lo tanto, el diagrama de flujo unifilar será el siguiente.

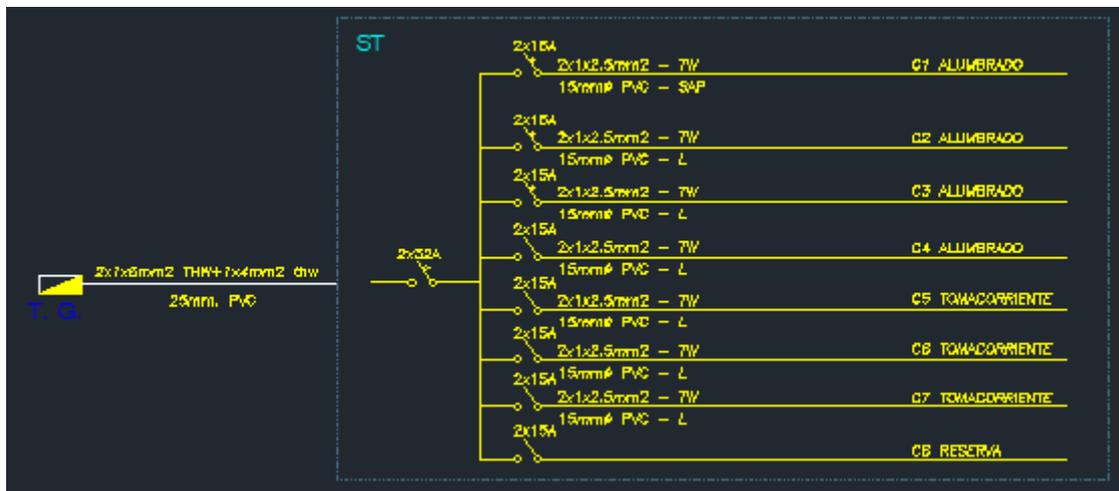


Figura 82. Diagrama de flujo unifilar-planos instalaciones eléctricas.

4.6.3. Instalaciones sanitarias.

Con respecto al sistema de agua potable (Consumo)

Para la vivienda propuesta en el proyecto, el abastecimiento de agua se realizará por un sistema directo ya que se tomará el agua desde la matriz que pasa frente al terreno, se tomará una tubería Ø 1/2" PVC que abastece directamente a los 03 Servicios Higiénicos, 01 cocina y 01 lavandería.

En la vivienda rural unifamiliar es para 04 personas (padres e hijos), el consumo de cada persona es de 150 lts /persona (de acuerdo al artículo N°06 de la norma técnica I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones) y cumplirá satisfactoriamente con la dotación diaria de agua para los habitantes de la vivienda rural unifamiliar.

DOTACION DIARIA DE AGUA POTABLE, CONEXIÓN DIRECTA

Personal: 4 Pers. x 150 lts/pers.	=	600.00 lts
<hr/>		
TOTAL, DOTAC. DIARIA	=	600.00 Lts

El servicio de agua potable será directo desde el medidor de agua hacia las instalaciones de la vivienda rural, 03 servicios higiénicos (inodoro, lavatorio y ducha), lavandería y lavadero de platos; que se indica en el plano de instalaciones sanitarias de la red de agua y desagüé, se utilizara la dotación diaria es de 600.00lts.

Para la distribución del agua se ha considerado una salida desde la tubería matriz de Ø 3/4" que abastecerán toda la vivienda y cuyo control será mediante llaves Ø 3/4" ubicadas posteriormente a la bifurcación de la matriz para abastecer la vivienda, las tuberías que se ramificarán usando las reducciones correspondientes.

Los ramales y salidas en cada servicio serán de Ø 1/2" PVC.

Se usarán tuberías PVC – SAP Clase 10 en todo el sistema de agua de consumo y para los empalmes se usará pegamento (pegamento disolvente) previamente lijando la espiga – campana en los tubos.

Tabla 13. Distancia, diámetro de tubería y accesorios del sistema de agua potable.

DISTANCIA, DIAMETRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE						
TRAMO		LONGITUD	Ø	ACCESORIOS - 1/2"		
INICIO	FIN	D		CODO 45°	TEE	CODO 90°
A	B	0.86	1/2"	1		
B	C	3.09	1/2"		1	
C	D	1.5	1/2"		1	
D	E	1.2	1/2"		1	
E	1	3.75	1/2"		1	
1	F	0.72	1/2"		1	
F	G	0.89	1/2"		1	
G	H	1.1	1/2"			1
C	I	4.25	1/2"			
D	J	2.83	1/2"		1	
J	K	1.23	1/2"		1	
K	L	0.96	1/2"			1
E	M	4.06	1/2"		1	
M	N	1.22	1/2"		1	
N	Ñ	0.69	1/2"			1
1	O	3.58	1/2"		1	
O	P	0.85	1/2"		1	
P	Q	1.27	1/2"			1
H	R	0.77	1/2"			1
G	S	0.77	1/2"		1	
F	T	0.77	1/2"		1	
J	U	0.17	1/2"		1	
K	V	0.17	1/2"		1	
L	W	0.17	1/2"			1
O	O-1	0.25	1/2"		1	
P	P-1	0.25	1/2"		1	
Q	Q-1	0.25	1/2"			1
M	M-1	0.17	1/2"		1	
N	N-1	0.17	1/2"		1	
Ñ	Ñ-1	0.17	1/2"			1
TOTAL		38.13 m	1/2"	1	20	8

Fuente. Elaboración Propia

En el caso del sistema de desagüe se tomará en cuenta el siguiente cuadro.

Tabla 14. Distancia, diámetro de tubería y accesorios del sistema de desagüe.

TRAMO		LONGITUD	Ø		ACCESORIOS					
INICIO	FIN	D	2"	4"	Codo 45°	Codo 45° de 4" a 2"	Yee 4"	Yee 4" a 2"	Tee 4"	Registro Bronce
A	B	2.23		1	1					
B	C	1.87		1			1			
C	D	2.96		1			1			
D	E	0.3		1					1	
E	F	2.89		1					1	
F	G	1.55		1			1			
G	H	0.95		1			1			
H	I	1.07		1	1					
C	J	4.61	1					1		
D	K	2.75		1	1					
K	L	2.49		1			1			
L	M	0.6		1	1					
E	N	2.19		1			1			1
N	Ñ	1.21		1			1			
Ñ	O	0.65		1	1		1			
F	P	3.52		1			1		1	
P	Q	1.04		1					1	1
Q	R	0.94		1	1				1	
I	S	0.76	1			1				
H	T	0.61		1			1			
G	U	0.47	1					1		
N	N-1	0.7	1					1		
Ñ	Ñ-1	0.25		1			1			
O	O-1	0.32	1			1				
P	P-1	0.72	1					1		
Q	Q-1	0.29		1			1			
R	R-1	0.53	1			1				
M	M-1	0.43	1			1				
L	L-1	0.34	1					1		
1A	1B	0.48		1			1			1
TOTAL		39.72	9	21	6	4	13	5	5	3
METROS TUB. 2"			8.88							
METROS TUB. 4"			30.84							

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de desagüe para la vivienda rural utilizando bambú proyectado se ha diseñado en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas desde todo aparato sanitario, sumidero o cualquier otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permiten el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales en las redes.

Las tuberías de desagüe se conectarán a una tubería matriz existente en la zona la cual conlleva aun biodigestor que sirve para procesar las aguas residuales de las dos viviendas existentes en el terreno vecino.

En el proyecto la red de tuberías a usar será PVC-SAP, de 2" y 4" de diámetro, de acuerdo a Norma ISO – 4435, con empalme espiga – campana usando el pegamento adecuado de preferencia OATEY (tarro verde).

V. DISCUSIÓN.

- Hurtado y Vega,(2021), en su investigación , Diseño y análisis de una vivienda ecológica que cumpla criterios sismo resistentes, utilizando el bambú como elemento estructural, realizaron ensayos de laboratorio para poder obtener los resultados en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de este material, donde obtuvieron que el contenido de humedad promedio es 17.10%, indicando que este resultado es relativo de acuerdo a la preservación del material; con respecto a la resistencia de corte se obtuvo un valor de 52kg/cm², la resistencia a la compresión 380.3kg/cm², la resistencia a la tensión 1093 kg/cm². En la presente investigación se tomó en cuenta los datos de ensayos previamente realizados por otros investigadores de la región y también por la norma E.100 donde se obtuvo un contenido de humedad de 10.36%, densidad 40.70 kg/cm³(estado seco), contracción volumétrica 32.22%, resistencia a la compresión es de 130kg/cm², resistencia a la flexión 50kg/cm², resistencia a la tracción 160kg/cm², resistencia al corte 10kg/cm². De acuerdo a las dos investigaciones observamos que difieren en sus resultados, también es notorio que en la primera investigación se tuvo en cuenta menos datos que en la segunda.
- García y Navarro (2020) en su proyecto de investigación, realizaron una calicata de dimensiones 1.20m x 1.20m con una profundidad 2.00 m; la clasificación del suelo fue (Arenas Arcillosas), teniendo en cuenta la norma E.050 Suelos y Cimentaciones, la capacidad portante del suelo que se obtuvo de los ensayos de laboratorio fue de 1.03 Kg/cm². En la presente investigación se realizó una calicata de 1.20 x 1.20 x 1.20 donde se observó los siguientes estratos en la cota de 0 a 0.15m es suelo orgánico, de 0.15m-0.45m es suelo granular de 0.45m-1.20m el suelo es roca, por lo tanto, no fue posible excavar más profundo, pero se tomaron tres muestras de suelo para analizarlas en el laboratorio donde se obtuvo la capacidad ultima de carga del suelo $q=0.778$ kg/cm². Los resultados obtenidos no son los mismos porque los estudios de suelos de García y Navarro (2020) provienen de la región de Piura mientras que los de la presente investigación son de la región amazonas provienen de ciudades diferentes a nuestro caso de estudio, por lo que los resultados para los dos son diferentes.

- Giuseppina [et al] (2021), en su investigación Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña Guadua Angustifolia, desarrollo un diseño arquitectónico en un área de 68.6m² la forma del terreno es rectangular, en el cual desarrollo 3 dormitorios, sala, comedor, cocina, un baño; por otro lado, esta investigación logro concretarse en la ejecución de la construcción de la vivienda. En la presente investigación se realizó un diseño en un área de 256 m², incluyendo área libre y jardines exteriores , la forma de la propuesta de la edificación fue de un octógono donde las áreas internas se desarrollan de la siguiente manera sala, comedor, cocina, patio de lavandería, baño de visita, dos dormitorios en el primer nivel, uno con baño propio y otro con baño compartido con la habitación que se encuentra en el segundo nivel a la cual se puede ir por la escalera central en forma de caracol. Como se puede observar hay una gran diferencia en las áreas donde se desarrollan los dos proyectos, por otro lado, en el antecedente se observa q es un solo nivel, en la actual investigación son dos niveles y la primera investigación si fue ejecutada construyéndose la casa, en cambio la presente investigación es una propuesta que podría o no construirse.
- Eusebio y Alvarado (2018), en la investigación que realizaron obtuvieron como resultado en los parámetros sísmicos factor de zona (Z) es de 0.45, el factor de uso (U) es de 1.00, su sistema estructural de reducción de fuerza sísmica R es 7 (Madera) y su factor de suelo (S) es de 1.10. En la presente investigación el factor zona(Z) es de 0.25, el factor de uso (U) es de 1.00, su resistencia estructural de reducción de fuerza sísmica R se tomó el coeficiente de la madera que será 7 ya que en la norma peruana no se cuenta con este dato con respecto al Bambú, el factor de suelo será 1.20. cómo se puede observar según los datos indicados las investigaciones son diferentes tanto en el factor Z y el factor S esto se podría decir que es por la diferente ubicación geográfica de las investigaciones, ya que la de Eusebio y Alvarado (2018), se realizó en Chimbote y la presente investigación se en la región Amazonas.
- Nieto y Trujillo, (2019), diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua, en su diseño estructural concluyo utilizo un sistema a porticado en dos direcciones, la losa de sobre piso se hizo con refuerzo en malla electo soldada de 6mm, en cuanto a la cimentación se usó

concreto 210kg/cm² con acero ½” en zaparas corridas de 1 m, las columnas fueron diseñadas con 4 cañas de bambú y refuerzos en su base con varilla de acero de ½”, los diámetros de las cañas tanto para las columnas y las vigas principales fueron de 12 cm. Por otro lado la presente investigación realizo un entrepiso de madera, las columnas fueron compuestas por cuatro cañas de bambú de 12 cm, también ubo una columna que llego a tener 5 cañas de bambú de 12 centímetros y otras columnas más pequeñas de dos cañas de bambú de 12 cm; la zapata fue de un metro por un metro, conectada con un cimientto corrido con acero de ½” , las conexiones de las columnas con la zapata fueron hechas con fierro de ½”, las vigas principales fueron de dos cañas de bambú de 12 cm de diámetro y las vigas secundarias y correas por 1 caña. Se puede observar que en ambas investigaciones un parecido con respecto a los diámetros del bambú a usar y los aceros, pero los entrepisos son diferentes esto depende al criterio del investigador y la realidad problemática de cada proyecto.

- García y Navarro (2020) en su proyecto de investigación, con respecto a las instalaciones sanitarias(agua) propusieron una cisterna y un tanque elevado que eran abastecidos por la red pública que tenía una tubería de ½” de diámetro, desde el tanque elevados se alimentó a todos los servicios que requerían agua; en la instalación Sanitaria(desagüe), se utilizó para la tubería matriz tubos de 6” y para las conexiones de los servicios higiénicos tubos de 4” para inodoro y lavatorios tuberías de 2”; las aguas servidas fueron evacuadas a la red pública; con respecto a las instalaciones eléctricas se colocaron dos tableros de distribución para el 1er piso y segundo piso obteniendo un total de 5 circuitos en cada uno los cuales alimentaban a todo el nivel. En la presente investigación en las instalaciones sanitarias (agua) se tomó de forma directa de la red pública hacia la edificación, pues el abastecimiento de agua es continuo, al respecto de las instalaciones sanitarias (desagüe) se colocó una tubería matriz de 4”, para los inodoros de 4”, lavatorios de 2”, ventilación de 2”; finalmente las aguas servidas se evacuaron a una red pública; con respecto a las instalaciones eléctricas se consideró un tablero para alimentar toda la vivienda, la energía eléctrica llegó del colector público. Como podemos observar hay diferencia en el tipo de sistema escogido en las instalaciones de agua y en el desagüe solo varia la

tubería matriz de la vivienda ya que García y Navarro (2020) usaron una tubería de 6"; también se observa que en la presente investigación solo se consideró un tablero de distribución eléctrica para alimentar toda la vivienda, pero se tuvo en cuenta una mayor cantidad de circuitos para cumplir con la norma.

VI. CONCLUSIONES.

- Se concluye que en la norma E.100 se pueden encontrar las propiedades físicas y mecánicas del bambú, pero también es necesario apoyarse para complementar en investigaciones preliminares que se realizaron en la región con respecto al estudio de las propiedades en un laboratorio, de las cuales se pudo observar que el bambú es un material adecuado para ser usado en la construcción.
- Con respecto al estudio de suelo se concluye que es fundamental realizarlo así sea una edificación pequeña ya que, la región Amazonas es muy cambiante en las características de sus suelos, estos pueden estar compuestos por arcillas alterante expansivas o ser un suelo gravoso adecuado para la construcción, en el caso de la presente investigación se encontró que el suelo es muy bueno para la construcción. (ver anexo 2)
- Se concluye que la vivienda de 256 m² utilizando bambú cumple con los requisitos arquitectónicos según la norma A.010(Condiciones generales de diseño) y A.020(Vivienda) y cumple con las expectativas para una edificación rural. (ver anexo 3)
- Con respecto al análisis sísmico y diseño estructural se concluye que la modelación es la adecuada ya que podemos observar que los desplazamientos de la edificación aplicando el análisis los valores están por debajo de los valores mínimos que pide la norma, la propuesta estructural de los elementos soporta eficazmente esfuerzos a los que están sometidos, por tal manera la propuesta es apta para ser ejecutada.
- Se concluyó con el diseño y la distribución de las instalaciones eléctricas y sanitarias de acuerdo a las normas respectivas que utilizamos en este proyecto (E.M010. Instalaciones Eléctricas y Mecánicas, I.S.010. Instalaciones Sanitarias para Edificaciones) y finalmente se realizaron los planos respectivos, ver los Anexos N°6 y N°7.

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la siembra del bambú, para que así, de esa manera masificar su uso y no solamente construir donde se pueda obtener fácilmente, sino transportarlo al interior del país donde se necesite, tal como se hace con el acero, cemento y ladrillo; se debería hacer esto porque el bambú es un material biodegradable y trabaja muy bien ante eventos sísmicos, además que es muy atractivo para el sector turismo.
- Se recomienda que las viviendas construidas con bambú sean diseñadas, por profesionales competentes especializados en el uso de este material, con el fin de garantizar una edificación funcional y sismorresistente; que brinde una mejora en la calidad de vida de la población rural especialmente.
- Se recomienda adelantar la información de las normas peruanas con respecto al uso del bambú; ya que durante el diseño se encontró inconvenientes porque no se encontraban datos específicos sobre el bambú sino se tenía que asumir datos más próximos o de materiales más parecidos como es el caso de la madera; pero si hacemos una comparación con las normas colombianas y ecuatorianas, nos vamos a dar cuenta que están más completas y específicas.
- Se sugiere iniciar constantes campañas para especializar a profesionales (ingenieros civiles, arquitectos), maestros de obras, población que se dedique al rubro de la construcción, etc, en el uso del bambú.

REFERENCIAS

1. ALONSO Gatell, Aymeé. Significado del proceso de diseño en la formación del arquitecto. Particularidades en Cuba. (en línea). vol. XIII. 2019. (17 September 2022).

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353665746007>

ISSN: 2007-1639.

2. ANGELES. Propiedades físicas y mecánicas de la guadua angustifolia con fines estructurales (ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/366>

3. ARQUIGRAFICO, 2017. El bambú en la construcción. [en línea].

Disponible en:

<https://arquigrafico.com/el-bambu-en-la-construccion/>.

4. BELLO, Jorge y Villacreses, Zambrano. Advantages and disadvantages of the bamboo construction system compared to there in forced concrete system in low-income housing. Ed. 62. Vol. 9. Ecuador.2021.

Disponible en:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-inca-garcilaso-de-la-vega/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-tecnologicamt/dialnet-ventajas-ydesventajas-del-sistema-constructivo-con-bambu-8094507/27605093>.

ISSN: 2550 - 682X.

DOI: 10.23857/pc.v6i9.3152.

5. CENDALES, Moreno. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth originaria de Armenia Quindío (Título de ingeniería civil). Bogotá: universidad católica de Colombia,2018.

Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23924/1/Determici%C3%B3n%20de%20las%20propiedades%20f%C3%ADsicas%20y%20mec%C3%A1nicas%20de%20la%20Guadua%20Angustifolia%20Kunth.pdf>.

6. CONCYTEC, 2018. Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - reglamento renacyt. [en línea].

Disponible en:

https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf.

7. DE LA CRUZ VEGA, Sleyther; Noel Cornelio, Esther Noemi. Geomechanical characteristics of controlled backfill soil for foundations, Pucallpa, Peru. (En Línea). Vol.10. (17 September 2022).

Disponible en:

<http://portal.amelica.org/ameli/journal/71/713303004/713303004.pdf>.

ISSN: 2308-3867.

8. DURAN y Uribe. Estudio de elementos solicitados a compresión armados por tres guaduas. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Bogotá, Colombia: 2002 [fecha de consulta: 4 octubre 2022].

Disponible en:

http://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Compresion_Armados_por_tres_guaduas.pdf.

9. ESTACIO. Evaluación de las propiedades físico mecánicas del bambú - Bagua-Amazonas. (ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.

Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/364>.

10. Eusebio y Alvarado. Diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú para el asentamiento humano rural Cascajal Bajo Distrito de Chimbote-2018. Tesis (Ingeniero Civil).

- Perú: Universidad César Vallejo, 2018.
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30900>
11. Fernández Sánchez, Alba. Estudio del bambú y su uso en la construcción. Caracterización mecánica. Granada: Universidad de Granada, 2022. [http://hdl.handle.net/10481/75423]
<https://digibug.ugr.es/handle/10481/75423>.
12. GARCÍA, M., 2018. *Caracterización de las constantes mecánicas de la Guadua angustifolia Kunth*. S.L.: Sello Editorial Javeriano-Pontificia Universidad Javeriana, Cali.
Disponibile en:
<https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rn5t>
ISBN 978-958-54-5337-1.
13. GARCÍA Y Navarro. Diseño estructural de la infraestructura de una vivienda ecológica a base de bambú en el AA. HH Marco Jara II etapa en el Distrito de Paita. Paita-Piura. Tesis (Ingeniero Civil).
Perú: Universidad César Vallejo, 2020.
Disponibile en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66719>
14. GONZALES, Mora. Bambú para la ciencia, innovación y tecnología. 2da edición. Peru.2018.
Disponibile en:
http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/SEGUNDA_EDICION_REVISTA_BAMBUCYT.pdf
ISSN: 2663-0095.
15. GOMEZ, Jesús, Keever Miguel, Novales María. El protocolo de la investigación. (en línea). Vol.63. (17 de septiembre de 2022).
Disponibile en:
<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
ISSN: 0002-5151.
16. HAMDULLAH, STEMMET, L., TAOJUN, X. y BRAHMANA, R.K., 2020. *ICAME 2020: Proceedings of the 5th International Conference on Accounting, Management and Economics, ICAME 2020, 14-15 October 2020, Makassar, Indonesia*. S.I.: European Alliance for Innovation.

DISPONIBLE EN:

https://eudl.eu/proceedings/ICAME/2020?articles_page=

ISBN 978-1-63190-285-7.

17. HERNÁNDEZ LÓPEZ, Surisaddai, Adriana ÁVALOS VARGAS, Francisco José ZAMUDIO SÁNCHEZ, Gabriela OROZCO GUTIÉRREZ a Amparo Máxima BORJA DE LA ROSA. Colorimetría de los tallos del bambú (*Guadua angustifolia*) en tres estados de madurez. *Maderas* [online]. 2020, 23(1).

Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.4067/s0718-221x2021000100408>.

ISSN 0718-221X.

18. Hurtado, Liliam Y Casas, estefanny (2021) Diseño y análisis de una vivienda ecológica que cumpla criterios sismo resistentes, utilizando el bambú como elemento estructural. UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. FACULTAD DE INGENIERÍA. Lima – Perú

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/4954>

19. INEI, 2018. PERÚ - INEI: Amazonas: Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017. [en línea]. S.l.: [Consulta: 20 abril 2022].

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1567/.

20. LOPEZ, Pedro Luis. Población, Muestra y Muestreo. Punto cero (en línea 9.2004. Vol.09, n08, pp.69-7.

ISSN:1815-0276.

Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20personas,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22.

21. María Giuseppina Vanga [et al]. Revista digital de ciencia. Bioconstrucción de vivienda unifamiliar de interés social con caña guadua *angustifolia* kunth. Junio 2021. [Consulta: 18 septiembre 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.03>

22. MIRANDA, Neira, torres, y Valdivia. Construcción sostenible en Perú. *Economía y sociedad*. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022].

- Disponible en: <https://www.ciudad.org.pe/wp-content/uploads/2021/04/Art%C3%ADculo-CIP-La-construcci%C3%B3n-sostenible-al-alcance-de-todos.pdf>.
23. MEDRANO, Méndez Omar. Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas (Título de ingeniería civil). Guatemala: universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.
- Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3004_C.pdf
24. MONTANER, J.M., MUXI, Z. y FALAGÁN, D., 2021. *Herramientas para habitar el presente: La vivienda del siglo XXI*. S.I.: CP67.
- Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/315788077_Herramientas_para_habitar_el_presente_La_vivienda_del_siglo_XXI.
- ISBN 978-1-64360-242-4.
25. MONROY. Tratamiento químico de cuatro especies de bambú para su preservación utilizando ácido bórico- Bórax- dicromato de sodio por el método de inmersión y baño caliente-frio. (Tesis para optar título de ingeniera química). Universidad de san Carlos, Guatemala, 2006 [fecha de consulta: 3 octubre 2022].
- Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1001_Q.pdf
26. MORAN, Jorge. Construir con bambú. [en línea]. 3ra edición. Adaptación para Perú: INBAR. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022].
- Disponible en:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf.
27. Norma Técnica Peruana E.100. Diseño y construcción con Bambú, 2012, p1, p2, p5, p6, p18, p19, p21, p22.
- Disponible en:
<http://www.munisantamariadelmar.gob.pe/documentos/Licencia%20de%20Edificacion%202/titulo3/2/E.100%20BAMB%C3%9A%20DS%20N%C2%B0%20011-2012.pdf>.

28. Norma Ecuatoriana de Construcción (ECUADOR).
NEC-SE-GUADUA-p.23.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
29. NIETO y Trujillo. Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua (*angustifolia kunth*). Tesis (ingeniero civil). Bogotá: (Universidad Católica de Colombia, 2019).
Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24357/1/TESIS%20DE%20GRADO%20%28Vivienda%20de%20Interes%20Social%29%20%281%29.pdf>
30. NTP N°251.008(Norma Técnica Peruana - Madera. selección y colección de muestras). Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2079964/NORMA%20T%C3%89CNICA%20E.010%20MADERA%20DEL%20REGLAMENTO%20NACIONAL%20DE%20EDIFICACIONES.pdf>
31. PAREDES ANGULO, Víctor Hugo. Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto -2017. B.m.: Universidad César Vallejo, 2017.
<https://core.ac.uk/download/pdf/326642276.pdf>
32. PEREZ, Quintana. Evaluación de las características físico mecánica del bambú (*guadua angustifolia kunth*) como material alternativo para el diseño de una vivienda. (título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 2019.
Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1684>
33. PIRALLA, Meli. Diseño estructural [en línea]. 2da ed. México: Noriega Editores, 1985. [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2022].
Disponible en: https://www.academia.edu/26849799/Dise%C3%B1o_Estructural_Roberto_Meli_Piralla
34. RAMÍREZ, R.A. y PINEDO RAMÍREZ, A.A., 2020. Análisis de las características del bambú para la propuesta de un prototipo de vivienda

- bioclimática en la Región de San Martín 2021. En: Accepted: 2021-12-17T12:51:51Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 20 abril 2022].
- Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76017>.
35. ROBERTO, Hernández y Christian Paulina. Metodología de la investigación científica, las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta. 2da edición. Edamsa impresiones. Universidad de Celaya, 2019. pp.714.
- ISBN:978-1-4562-6096-5.
- Disponible en:
- http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf.
36. REGLAMENTO Nacional de edificaciones (Perú). COMENTARIOS DE NORMA E.30(DISEÑO SISMORESISTENTE).
- Lima: RNE, 2012. 2pp.
- Disponible en:
- https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISE%CC%91O_SISMORRESISTENTE.pdf
37. Reglamento colombiano de construcción sismorresistente (COLOMBIA). Nsr-10, G17.
- Bogotá: RNE, 1997. 17pp.
- Quito: NEC, 2016-p23.
- <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
38. XIAO, Y., LI, Z. y LIU, K.W., 2019. Modern Engineered Bamboo Structures: Proceedings of the Third International Conference on Modern Bamboo Structures (ICBS 2018), June 25-27, 2018, Beijing, China.
- Disponible en:
- <https://www.routledge.com/Modern-Engineered-Bamboo-Structures-Proceedings-of-the-Third-International/Xiao-Li-Liu/p/book/9781138351851>.

ANEXOS

**ANEXO N° 01. MATRIZ DE
OPERACIONALIZACIÓN DE
VARIABLES.**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo- Amazonas- 2022.</p>	<p>Para la construcción de viviendas es necesario el diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, o sea de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las solicitudes que se presentan durante las distintas etapas de su existencia. (Meli Piralla,1985, p.15)</p>	<p>Se medirá la variable desarrollando un análisis y diseño estructural de la vivienda utilizando el software ETABS, y teniendo en cuenta la norma E.100 para las propiedades físicas y mecánicas del bambú; finalmente se presentarán los planos de la edificación.</p>	Propiedades del bambú.	Propiedades Físicas	Escala razón.
				Propiedades Mecánicas	
			Estudio de suelos.	Capacidad portante del suelo.	Escala nominal.
			Diseño arquitectónico.	Plano distribución.	
				Cortes. Elevaciones.	
			Análisis sísmico.	Análisis sísmico estático.	Escala razón.
				Análisis sísmico dinámico.	
			Diseño estructural.	Diseño de vigas.	Escala razón.
				Diseño de columnas	
				Diseño de cimentación.	
				Diseño de uniones mediante conexiones.	
			Instalaciones.	Inst. eléctricas	Escala razón.
Inst. sanitarias.					

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 02: ANÁLISIS DE SUELOS.

CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS CON LOS VALORES DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO

SUBSTRATO: Meliornis Tacto-Ferrosa (24000) - 9000-0001-0000-0000 - Calificación Romero Serrano (Industria) (20000) - 9000-0001-0000-0001

PROYECTO: Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Suelo 4 en El Tirol - Rosales (2022)

UBICACIÓN: El Tirol
COORDENADA: 178975.41m E y 5094108.11m S
SECC: 08 **ABRIL:** 4-2-05

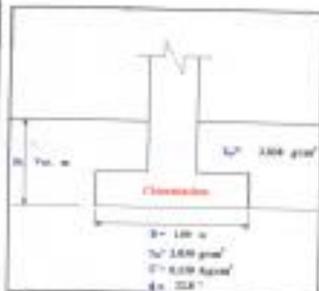
C-1 M) CIMENTACIÓN CUADRADA B a Lx1.66 a 1.00

FOR RESISTENCIA

Coeficiente	C	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	kg/cm ²
Coeficiente por Falso Local	C _f	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	kg/cm ²
Ángulo de fricción	φ	32.01	32.81	33.61	34.41	35.21	36.01	°
Ángulo de fricción por Falso Local	φ _f	16.01	16.41	16.81	17.21	17.61	18.01	°
Ángulo de Adhesión	δ	16.01	16.41	16.81	17.21	17.61	18.01	°
Presión unitaria del suelo sobre el nivel de fundación	q _u	3.01	3.21	3.41	3.61	3.81	4.01	kg/cm ²
Presión unitaria del suelo bajo el nivel de fundación	q _{u'}	3.01	3.21	3.41	3.61	3.81	4.01	kg/cm ²
Factor de la cimentación	β	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	cm
Profundidad de la cimentación	z	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	cm
Profundidad de la cimentación	z ₀	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	cm
Factor de seguridad	FS	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	

$q_{ad} = \frac{1}{FS} [C + \beta \cdot C_f + \sigma' \cdot \tan \phi + \sigma' \cdot \tan \delta]$
 $q_{ad} = \frac{1}{FS} [C + \beta \cdot C_f + \sigma' \cdot \tan \phi + \sigma' \cdot \tan \delta]$

Capacidad última de carga	q _{ult}	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	kg/cm ²
Capacidad admisible de carga	q _{adm}	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	kg/cm ²



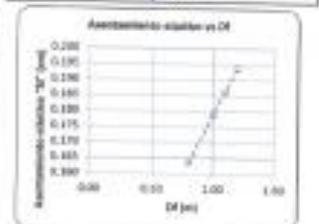
ASENTAMIENTO ELÁSTICO (s)

Presión por carga admisible	q _{adm}	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	kg/cm ²
Indice de Poisson	ν	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Módulo de Elasticidad	E _s	420	420	420	420	420	420	kg/cm ²
Comensuración permisible	s _{perm}	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	cm
Factor de la cimentación	β	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	cm
Factor de fricción	λ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	cm

$s = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$
 $s = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$

Presión por carga	q _{adm}	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	kg/cm ²
Comensuración	s	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	cm
Condición		OK	OK	OK	OK	OK	OK	

$s_{perm} = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$
 $s_{perm} = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$



ASENTAMIENTO POR COMPRESIÓN (s)

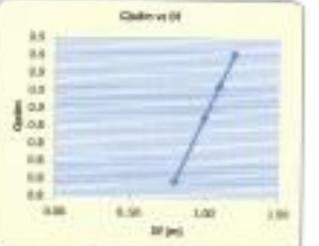
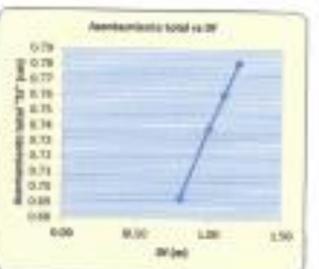
Zona C-1 cuadrada

Presión específica q	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	kg/cm ²
Índice de Compresibilidad C _c	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
Índice de recompresión C _c	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	
Relación de vacíos inicial e ₀	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	
Presión de preconsolidación q _p	1.274	1.274	1.274	1.274	1.274	1.274	1.274	kg/cm ²
Asentamiento permisible	s _{perm}	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	cm
Df	0.0	1.0	1.0	1.1	1.2			cm
q _u	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			kg/cm ²
q _{u'}	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024			kg/cm ²
q _{u''}	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7			kg/cm ²
q _{u'''}	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15			kg/cm ²
q _{u''''}	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76			kg/cm ²
si saturado	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
si no saturado	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01			
si saturado	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
si no saturado	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01			
si saturado	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
si no saturado	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01			

$s = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$
 $s = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$

Presión por carga	q _{adm}	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	kg/cm ²
Comensuración	s	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	cm
Condición		OK	OK	OK	OK	OK	OK	

$s_{perm} = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$
 $s_{perm} = \frac{q_{adm} \cdot \beta \cdot (1 - \nu^2)}{E_s \cdot \lambda}$



LABORATORIO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
FRANKLIN RUSCAN SALOY
INGENIERO CIVIL RUC: 30194215711

LABORATORIO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
FRANKLIN RUSCAN SALOY
INGENIERO CIVIL RUC: 30194215711

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : **LAB. INV. LICERA N°14-2022** Fecha : **29/10/2022**
 Solicitante : **Caballero Tocio Felicia (ORCID: 0000-0001-6882-6888) - Carhuabamba Romero**
 Proyecto : **Santos Valenty (ORCID: 0009-0003-2966-1921)**
 Descripción : **Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tiago-Amazonas-2022.**
 Ubicación : **El Tiago**
 Sondeo : **01** Clasificación :
 Muestra : **30** ASHPO : **A-2-40**
 Profundidad (m) : **1.20m** S.P.C.S. : **DR**
 Estado : **ACTIVADO-REPROCESADO**

ESPECIMEN 01

Altura	(mm)	245	Densidad seca	(g/cm³)	1.30
Diámetro	(mm)	75	Velocidad	(mm/min)	0.50
Humedad	(%)	9.5%	Presión de Celda	(kPa)	100.00

d (mm)	Deformación (%)	L. Est. Dev. (kPa)	σ1 (kg/cm²)	σ2 (kg/cm²)	σ3 (kg/cm²)	σ/σ3	Distorsión (σ1/σ3)
0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	1.00
0.25	0.24	1.17	101.17	100.69	0.69	0.21	1.01
0.50	0.57	3.72	103.72	101.86	1.86	0.61	1.04
0.75	0.71	12.78	113.78	106.38	6.38	0.90	1.13
1.00	0.74	21.19	120.19	110.09	10.09	0.89	1.20
1.25	0.78	27.09	127.09	113.52	13.52	0.91	1.27
1.50	0.71	41.75	141.75	120.87	20.87	0.97	1.43
1.75	0.75	51.55	151.55	125.77	25.77	0.90	1.52
2.00	0.79	59.98	159.98	129.99	29.99	0.93	1.60
2.25	0.87	67.72	167.72	133.86	33.86	0.95	1.68
2.50	0.86	72.77	172.77	136.88	36.88	0.97	1.73
2.75	0.83	76.84	176.84	139.42	39.42	0.98	1.79
3.00	0.90	81.59	181.59	140.79	40.79	0.95	1.82
3.25	0.97	84.52	184.52	142.26	42.26	0.90	1.85
3.50	0.84	85.38	185.38	144.29	44.29	0.91	1.88
3.75	0.71	80.65	180.65	145.15	45.15	0.91	1.91
4.00	0.79	83.20	183.20	146.60	46.60	0.91	1.94
4.25	0.86	85.45	185.45	147.73	47.73	0.91	1.95
4.50	0.93	89.20	189.20	149.20	49.20	0.91	1.98
4.75	1.00	100.50	200.50	150.25	50.25	0.91	2.00
5.00	1.07	102.80	202.80	151.40	51.40	0.94	2.04
5.25	1.18	105.12	205.12	152.60	52.60	0.94	2.09
5.50	1.29	107.43	207.43	153.70	53.70	0.95	2.09
5.75	1.35	109.71	209.71	154.80	54.80	0.95	2.10
6.00	1.50	112.00	212.00	156.00	56.00	0.96	2.12
6.25	1.61	114.32	214.32	157.30	57.30	0.96	2.14
6.50	1.71	116.62	216.62	158.31	58.31	0.97	2.15
6.75	1.81	118.92	218.92	159.40	59.40	0.97	2.19
7.00	1.93	121.23	221.23	160.61	60.61	0.98	2.23
7.25	2.04	123.53	223.53	161.70	61.70	0.98	2.24
7.50	2.13	125.83	225.83	162.80	62.80	0.98	2.26
7.75	2.29	128.14	228.14	164.07	64.07	0.99	2.28
8.00	2.43	130.44	230.44	165.22	65.22	0.99	2.30
8.25	2.57	132.74	232.74	166.37	66.37	0.99	2.33
8.50	2.71	135.04	235.04	167.52	67.52	0.99	2.35
8.75	2.86	137.35	237.35	168.67	68.67	0.99	2.37
9.00	3.00	139.65	239.65	169.83	69.83	0.99	2.40
9.25	3.14	141.95	241.95	170.88	70.88	0.99	2.42
9.50	3.29	144.26	244.26	172.03	72.03	0.99	2.44
9.75	3.43	146.56	246.56	173.08	73.08	0.99	2.47

LABORATORIO DEL INGENIERO CARHUABAMBA ROMERO
 PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO
 PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO
 RUC: 10190333713

LABORATORIO DEL INGENIERO CARHUABAMBA ROMERO
 PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO
 PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO
 RUC: 10190333713

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : LAB. INV. LICERA N°54-2022 Fecha : 18/10/2022
 Solicitante : Caballero Tacto Felicio (ORCID: 0000-0001-6982-6688) - Carhuasanta Romero
 Sotoca Valery (ORCID: 0000-0003-2965-1921)
 Proyecto : Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bombé en El Tingo-
 Amazonas-2022.
 Ubicación : El Tingo.
 Soporte : C
 Muestra : M1
 Profundidad (m) : 0.0m
 Estado : ATRAVESADO (D40)

Clasificación :
 AGRO : A-3-40
 S.U.C.S. : 00

ESPECIMEN 03

Altura (mm)	140	Densidad seca (g/cm ³)	1.36
Diámetro (mm)	70	Velocidad (mm/min)	0.50
Humedad (%)	8.5%	Presión de Celda (kpa)	400.00

σ (kpa)	Deformación (%)	σ Est. Dev. (kpa)	σ _t (kg/cm ²)	σ _h (kg/cm ²)	σ _v (kg/cm ²)	σ _v /σ _h	Deformación (ε _v /ε _h)
0.00	0.00	0.00	480.00	480.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.04	8.34	488.34	488.17	4.17	0.01	1.00
0.10	0.07	16.32	496.32	495.18	25.20	0.06	1.00
0.15	0.11	24.18	494.18	495.99	40.20	0.10	1.00
0.20	0.14	32.98	529.99	481.99	61.99	0.13	1.00
0.25	0.18	41.67	570.67	485.29	85.29	0.18	1.00
0.30	0.21	50.22	592.22	496.26	96.26	0.19	1.00
0.35	0.25	58.78	611.78	505.99	105.99	0.21	1.00
0.40	0.29	67.18	631.18	515.58	115.58	0.22	1.00
0.45	0.32	75.15	688.15	544.07	144.07	0.26	1.00
0.50	0.34	82.52	731.52	545.76	145.76	0.29	1.00
0.60	0.43	109.16	739.16	549.54	189.54	0.30	1.00
0.70	0.50	145.82	746.82	573.48	173.48	0.30	1.00
0.80	0.57	184.48	754.48	577.73	177.73	0.31	1.00
0.90	0.64	222.15	762.15	581.85	181.85	0.31	1.00
1.00	0.71	260.74	769.74	584.87	184.87	0.33	1.00
1.10	0.79	277.38	777.38	588.69	188.69	0.32	1.00
1.20	0.86	285.03	785.03	592.52	192.52	0.32	1.00
1.30	0.93	282.68	792.68	596.34	196.34	0.31	1.00
1.40	1.00	280.32	800.32	600.16	200.16	0.33	1.00
1.50	1.07	267.97	807.97	603.98	203.98	0.34	1.00
1.65	1.18	435.61	815.61	607.81	207.81	0.34	1.00
1.80	1.29	423.78	823.78	611.63	211.63	0.35	1.00
1.95	1.39	430.90	830.90	615.45	215.45	0.35	1.00
2.10	1.50	438.55	838.55	619.27	219.27	0.36	1.00
2.25	1.61	446.18	846.18	623.09	223.09	0.36	1.00
2.40	1.71	453.84	853.84	626.91	226.91	0.36	1.00
2.55	1.82	461.48	861.48	630.74	230.74	0.37	1.00
2.70	1.93	469.13	869.13	634.56	234.56	0.37	1.00
2.85	2.04	476.77	876.77	638.38	238.38	0.37	1.00
3.00	2.14	484.42	884.42	642.21	242.21	0.38	1.00
3.20	2.29	492.06	892.06	646.03	246.03	0.38	1.00
3.40	2.41	499.71	899.71	649.85	249.85	0.38	1.00
3.60	2.57	507.35	907.35	653.68	253.68	0.38	1.00
3.80	2.71	515.00	915.00	657.50	257.50	0.39	1.00
4.00	2.86	522.64	922.64	661.32	261.32	0.40	1.00
4.20	3.00	530.29	930.29	665.14	265.14	0.40	1.00
4.40	3.14	537.93	937.93	668.97	268.97	0.40	1.00
4.60	3.29	545.58	945.58	672.79	272.79	0.41	1.00
4.80	3.43	553.22	953.22	676.61	276.61	0.42	1.00

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS
 INGENIERIA LICERA

YVAN SEGUNDO LICERA CORREA
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS
 INGENIERIA LICERA

FRANKY PUJCAN SALO
 TECNICO



INVERSIONES LICERA

Del Sector Agrícola Licera Cornea

Compañía de Ingresos y Cobros
Laboratorio de Suelos y Concreto
Ingeniería y Arquitectura

RUC- 10181133711

ESTADO CIVIL DE LOS SOCIOS: S.C. N° 28828

NOTA: Los resultados serán válidos de acuerdo a la Norma ASTM D-2487.
Muestra de tierra
OBSERVACIONES:
Muestra tomada e identificada por personal técnico de LABORATORIO LICERA SUELOS SAC
Referencia:
ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in interest
ASTM C 125-04 Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates
Tic: ELAS MUESTRAS GRANULOM
Rev.: ING. IVAN S. LICERA CORREA Fecha: 15/03/2022
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

GRANDE LIQUIDO (%)	0
GRANDE PLASTICO (%)	0
SS	0

Módulo cuantitativo	
D75	0.0740
D20	0.0740
D60	7.3544
D75	13.3454
Cu	98.43778
Cc	0.07616

M200	34.56	
M4	95.23	
Cu	98.44	
Cc	0.07616	
SP	0	
SL	0	
Clase	S	GM

Clase: Escoria, sacos gruesos gruesos, grava, arena con finos

N10	98.11
N40	36.93
N200	34.56
SL	0
SP	0

Clase	S	A-2-4	SS	S
--------------	----------	--------------	-----------	----------

Materiales granulados (30% o menos peso por el tamaño N° 200), Grava y arena
gruesas a finas, Escoria y arena

HUMEDAD	ENSAYO		
	1	2	3
Peso de tara = 687	872.80	828.80	828.80
Peso de tara = 60	742.80	758.80	758.80
Peso de tara	708.40	728.80	728.80
Peso del agua	70.80	70.80	70.80
Peso de la muestra seca	638.80	658.80	658.80
Contenido de humedad (%)	11.00	11.00	11.00
MOJEDAD	11.00		

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO LICERA S.A.
INVERSIONES LICERA

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO LICERA S.A.
INVERSIONES LICERA
MONTEVIDEO, CALLE 12 N° 1345

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO LICERA S.A.
INVERSIONES LICERA

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO LICERA S.A.
INVERSIONES LICERA
MONTEVIDEO, CALLE 12 N° 1345



INVERSIONES LICERA

Dr. Juan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° 48548

DENSIDAD EN EL SITIO (MÉTODO DEL CONO) MTC E-117

SOLICITA : Caballero Tocco Felicia (ORCID: 0000-0001-6982-6888) - Carhuatanta Romero Santos Valenty (ORCID: 0000-0003-2966-1921)

OBRA : Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Armatoras-2022.

COORDENADA : El Tingo.

CALICATAS : 01 calicata

DI : 1.20

FECHA : 19/10/2022

DATOS DEL ENSAYO

- P = Peso del frasco con arena seca antes de empezar la operación.....
- P' = Peso de la arena necesaria para llenar el embudo mayor.....
- P'' = Peso del frasco con arena que sobró.....
- W = Peso húmedo de la muestra extraída.....
- W' = contenido de humedad.....
- D = Densidad de arena calibrada.....
- Y = Volumen de la muestra de tierra extraída.....

DATOS DE LABORATORIO	
P	7500 grs
Densidad de arena	1.512 gr/cm ³
P'	1795.3 gr

MUESTRA N°	C1						
CLASIFICACIÓN BUCS	GM						
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-3-4(B)						
PESO DE CONO + ARENA ANTES DE ENSAYO (P)	7500.00						
PESO DE CONO + PLATO (P')	1795.30						
PESO DE CONO DESCARGADO (P'')	1688.05						
PESO DE MUESTRA EXTRAÍDA (W)	5008.00						
DENSIDAD DE ARENA CALIBRADA	1.512						
PESO 1	5534.00						
PESO 2	5738.70						
VOLUMEN (cm ³)	2472.69						
Densidad Natural (gr/cm ³)	2.03						
Densidad Natural (TN/m ³)	2.03						

OBSERVACIONES : SE REALIZÓ UN HOYO DE 15CM DE PROFUNDIDAD

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
INVERSIONES LICERA

.....
FRAN SEGUNDO LICERA CORREA
INGENIERO CIVIL, REG. CP 43289

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
INVERSIONES LICERA

.....
FRAN SEGUNDO LICERA CORREA
INGENIERO CIVIL, REG. CP 43289



INVERSIONES LICERA

Dr. Yván Aguado Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° CMB08

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - ASTM D 2216**

SOLICITA	Caballero Tocto Felicia (ORCID: 0000-0001-6992-6888) - Carhuatanta Romero Santos Valenty (ORCID: 0000-0003-2966-1921)		
PROYECTO	Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas-2022.		
COORDENADAS	El Tingo.		
MUESTRA	POR ESTRATO	N° EXP.	EXPEDIENTE N° 001-2022-Twala
CALICATA	C1	MUESTREO:	PERSONAL DE LABORATORIO
MUESTRA	M1	ESTRATO:	6.2 2.00 M
PROFUNDIDAD	1.50 M	FECHA:	18/10/2022
FECHA	19/10/2022	REVISADO:	ING. YVÁN S. LICERA CORREA
MATERIAL	GRAVAS Y FINOS	REALIZADO:	TEC. FRANKLIN PUSCÁN SALÓN

DATOS

N° de Ensayo	1	2	3
N° TARA	1	2	3
Peso de tara + MH (gr)	812.00	826.60	838.60
Peso de tara + MS (gr)	742.00	756.60	768.60
Peso de tara (gr)	106.40	120	130
Peso del agua (gr)	70.0	70.0	70.0
Peso Material Seco (gr)	636.6	636.60	638.60
Humedad Natural (%)	11.00%	11.00%	11.00%
(%) Promedio	11.00%		

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO
INVERSIONES LICERA

YVÁN AGRUADO LICERA CORREA
INGENIERO CIVIL REG. CP 23830

LABORATORIO SUELOS Y CONCRETO SA
INVERSIONES LICERA

FRANKLIN PUSCAN SALON
TECNICO

ANEXO N° 03. PLANOS DE ARQUITECTURA.

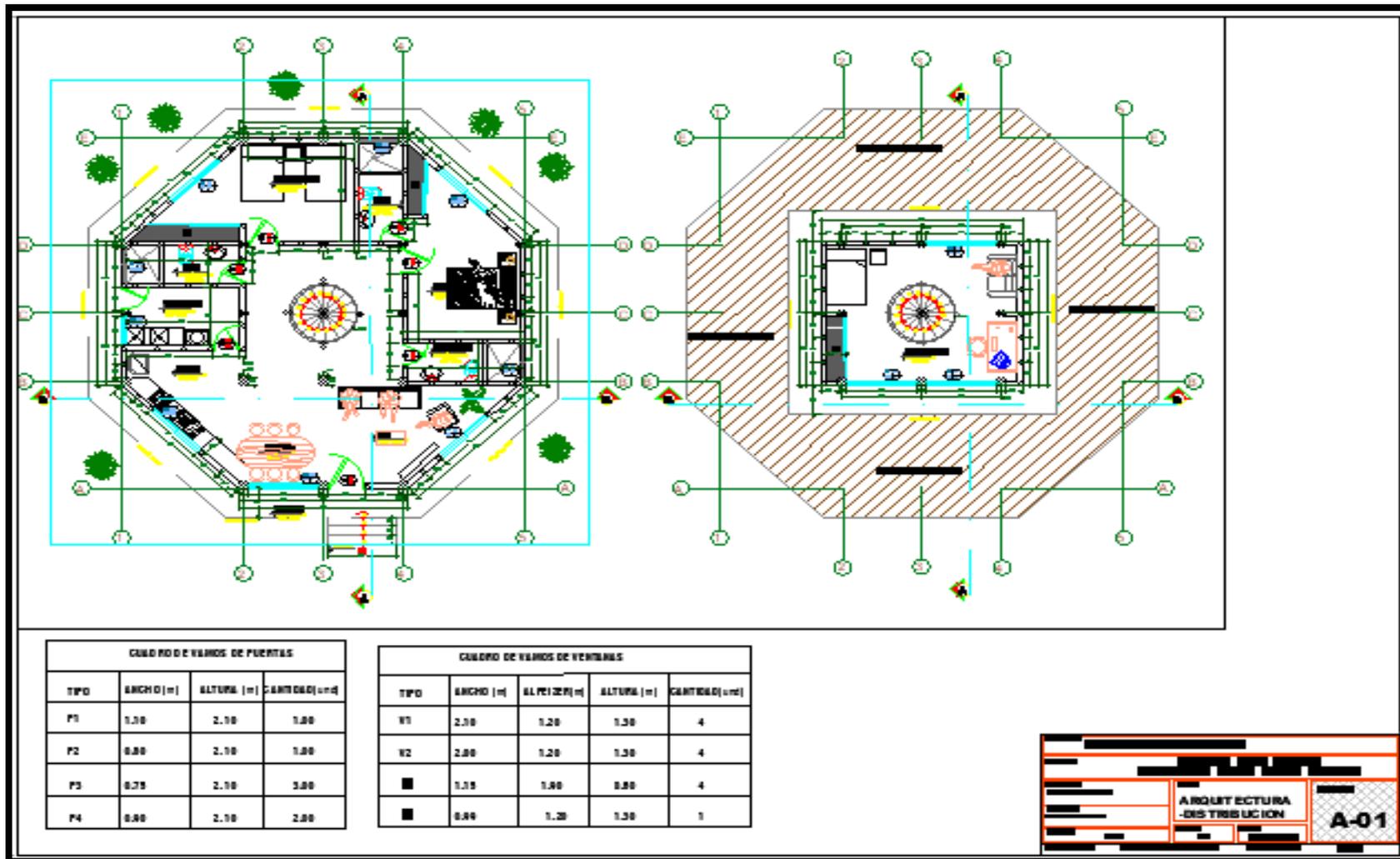


Figura 83. Plano de distribución en planta.

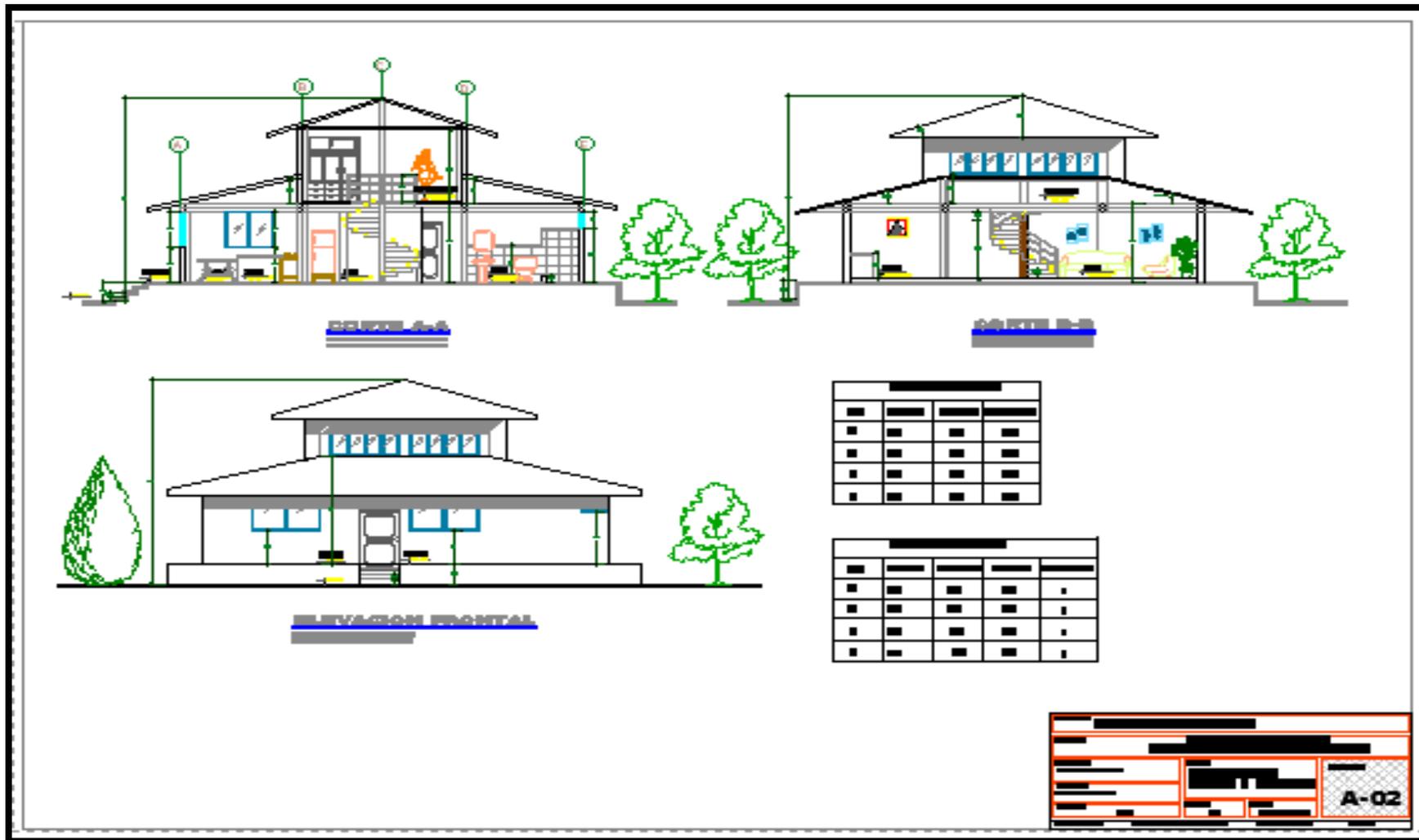


Figura 84. Planos de cortes y elevaciones.

ANEXO N° 04. PLANOS DE ESTRUCTURAS.

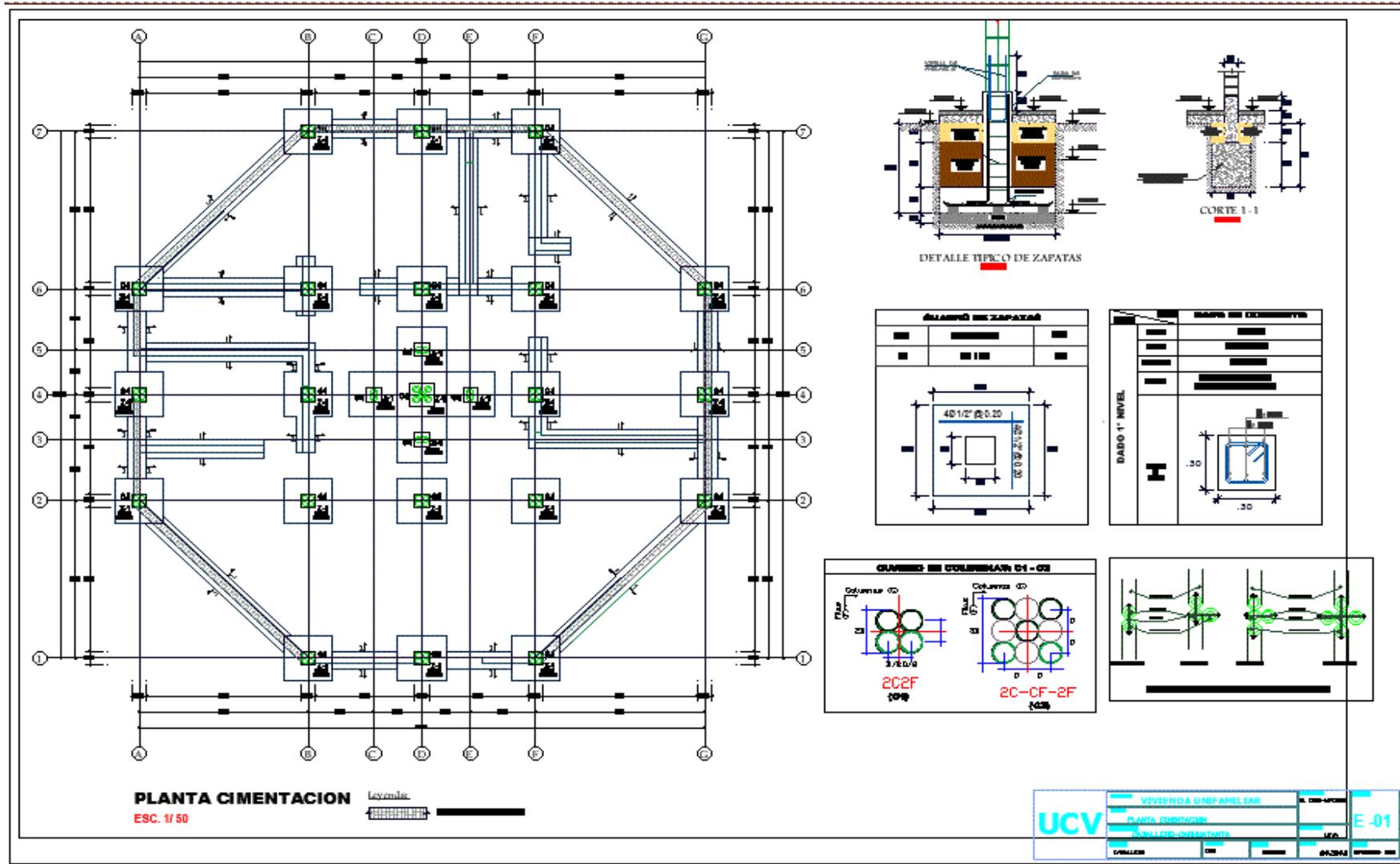


Figura 85. Plano de cimentación.

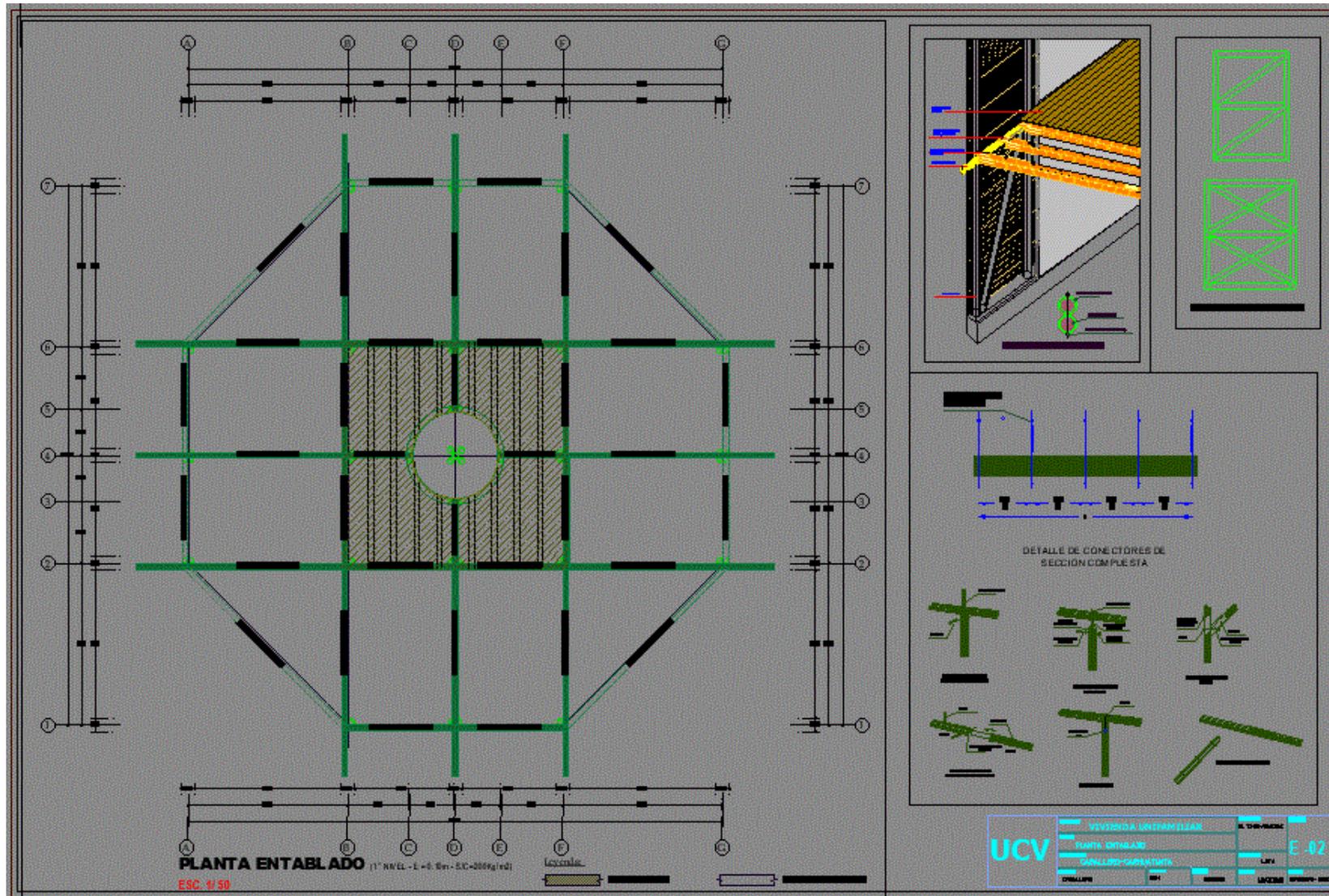


Figura 86. Plano de entablado de entrepiso.

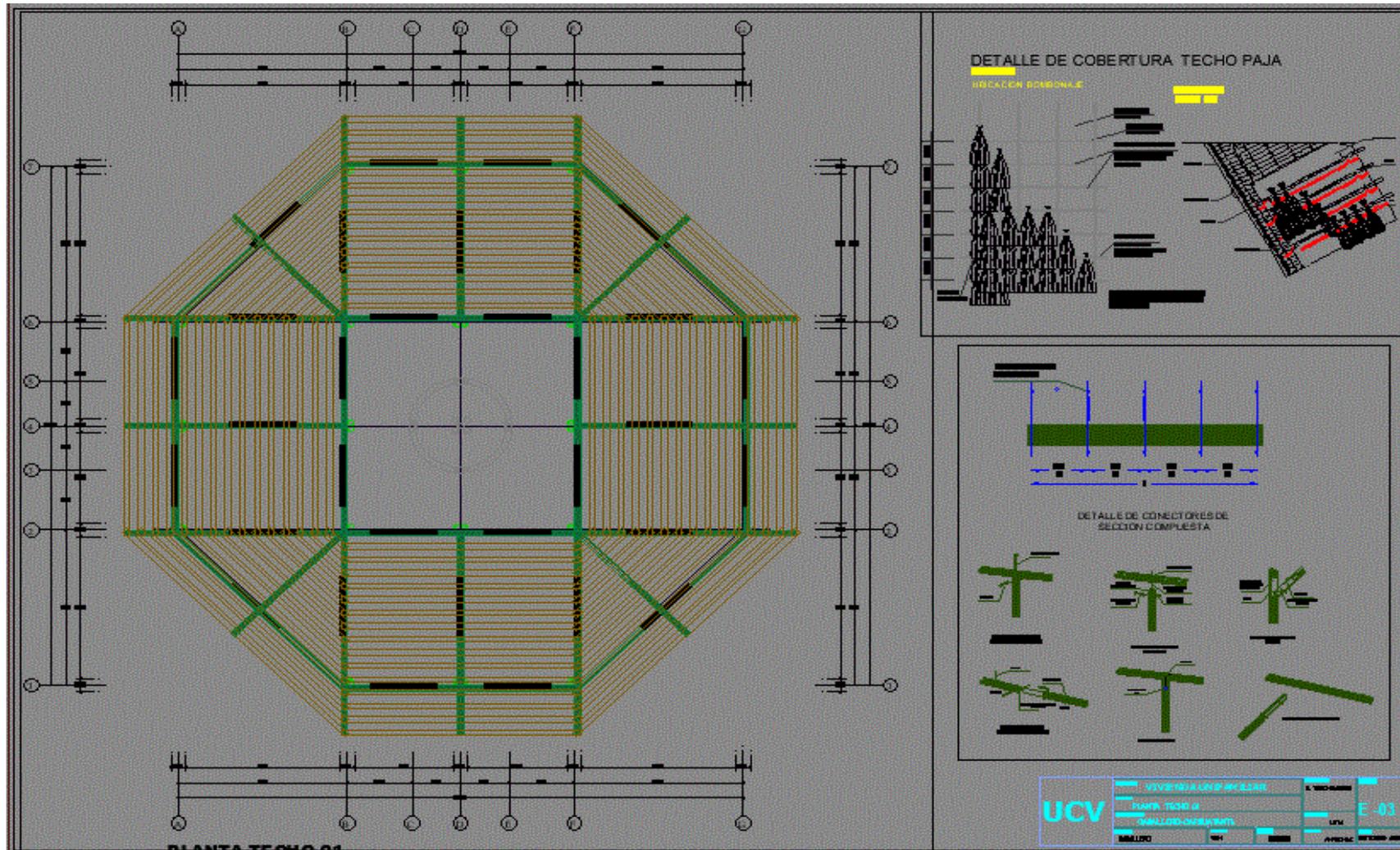


Figura 87. Plano de techo 1.

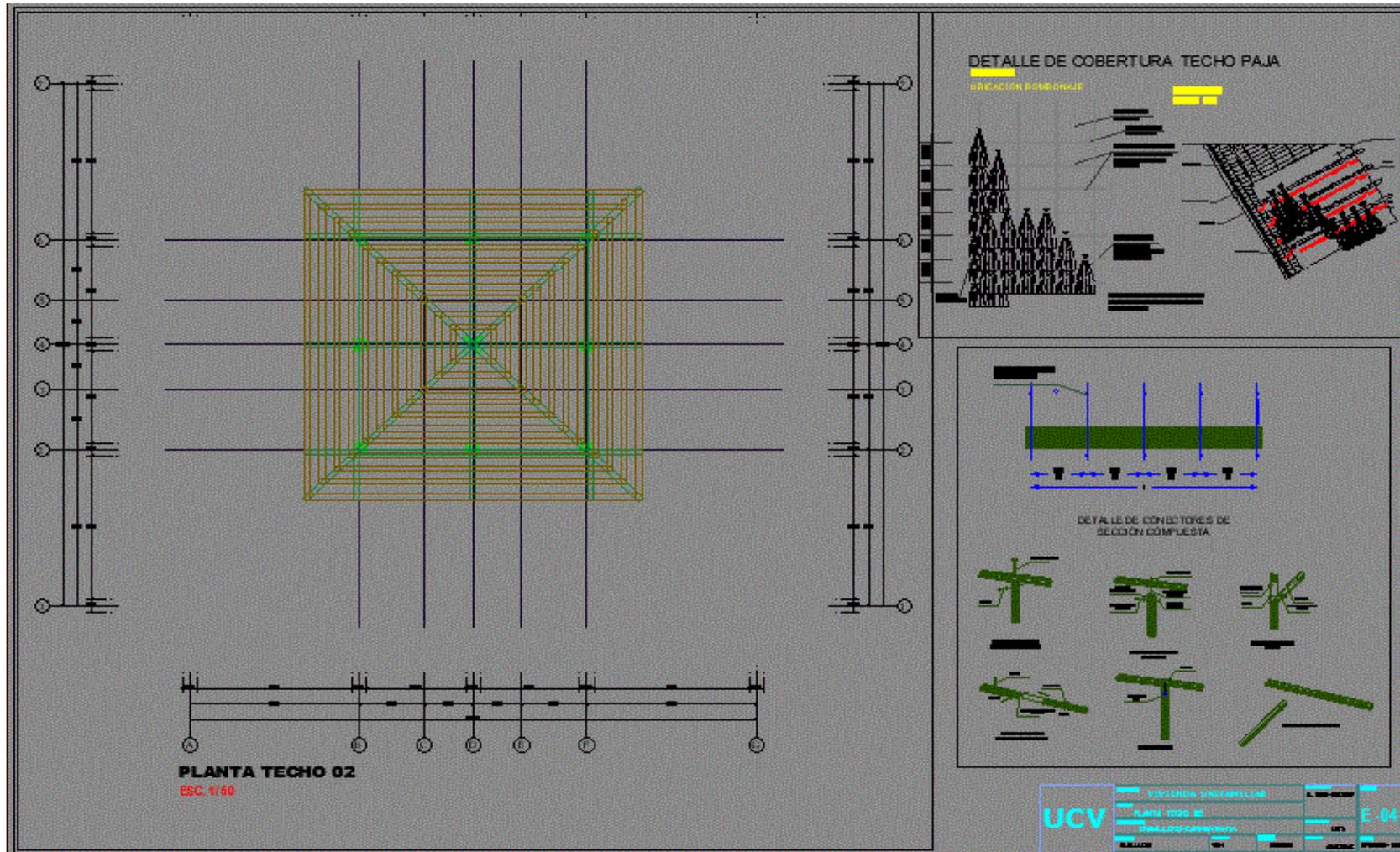


Figura 88. Plano de techo 2.

**ANEXO N° 05. PLANOS DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

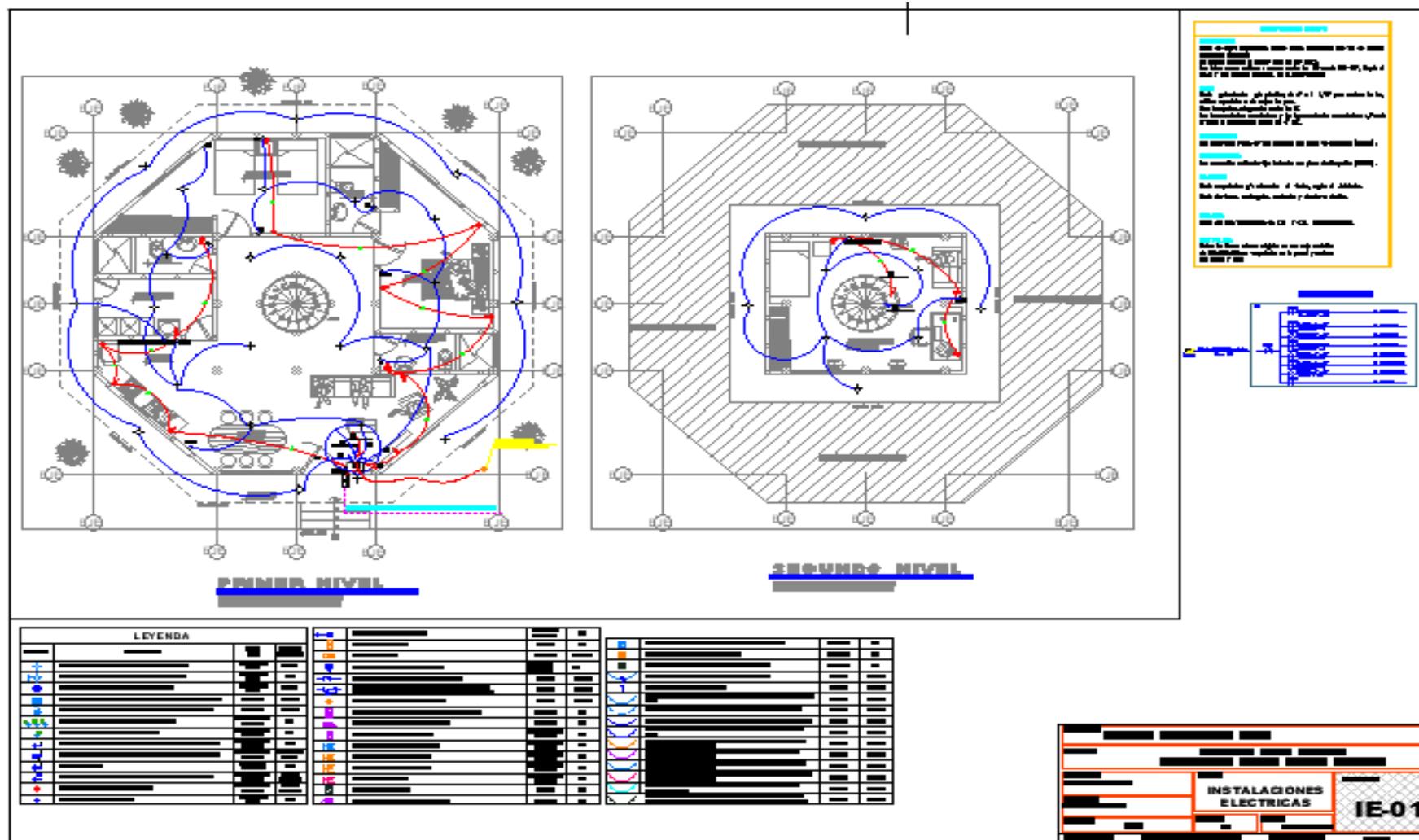


Figura 89. Plano de instalaciones eléctricas.

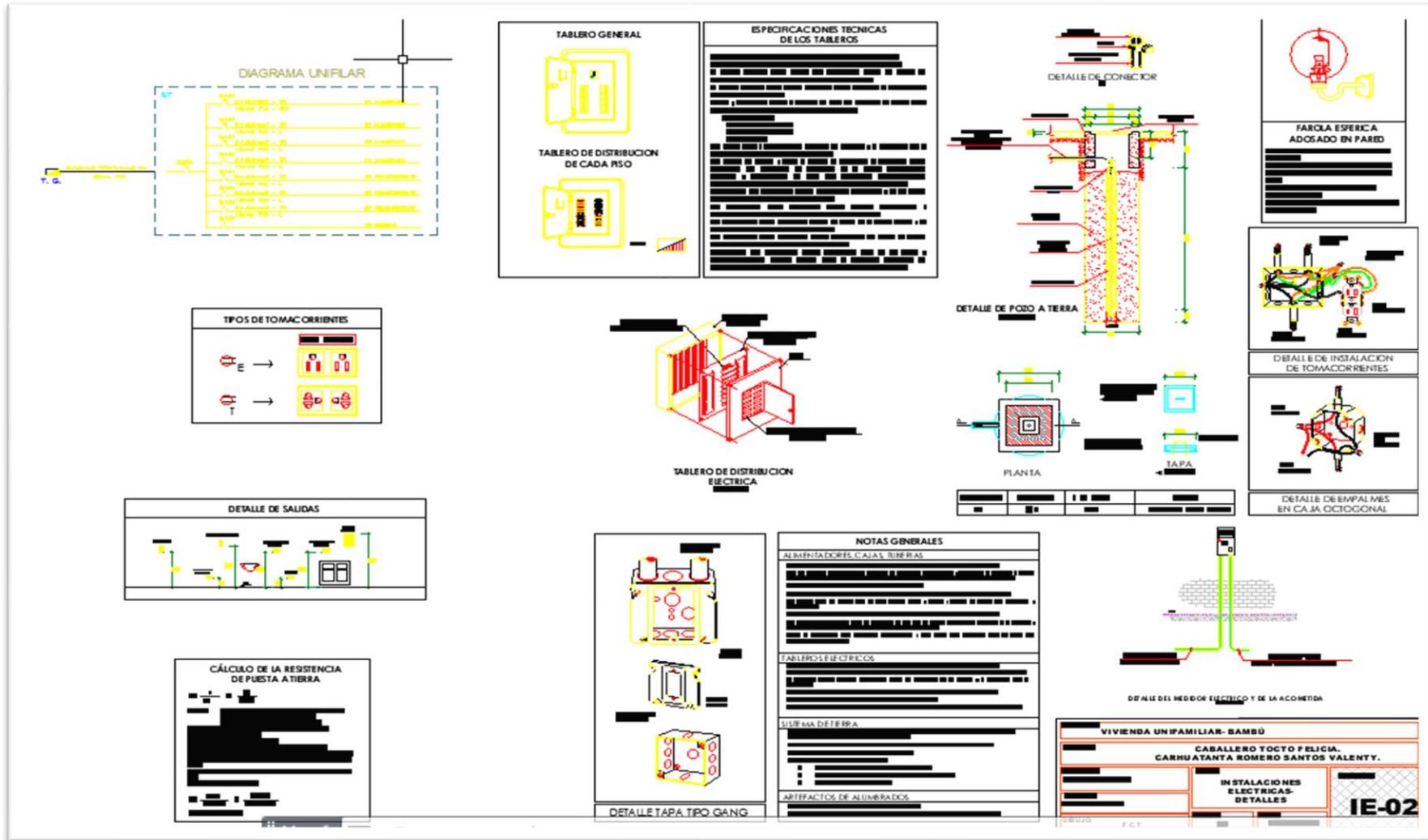


Figura 90. Plano de instalaciones eléctricas- detalles.

ANEXO 06. PLANOS DE INSTALACIONES SANITARIAS.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEZA RIVAS JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural de una vivienda rural utilizando Bambú en El Tingo-Amazonas-2022.", cuyos autores son CARHUATANTA ROMERO SANTOS VALENTY, CABALLERO TOCTO FELICIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 10-12- 2022 05:21:31

Código documento Trilce: TRI - 0480176