

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y
RENTABILIDAD DE UNA EDIFICACIÓN ECOLÓGICA DE BAMBÚ
RESPECTO A UNA DE ALBAÑILERIA CONFINADA, TRUJILLO
2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil



Autor:

Winston Jardiel Rojas Gutierrez

Asesor:

Mg. Wiston Azañedo Medina

Trujillo - Perú

2022

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir avanzando y no desfallecer ante los obstáculos que se presentaban; a mi hermano Euler Rojas Gutiérrez y mis padres que confiaron y me brindaron su apoyo durante estos años de estudios universitarios.

Rojas Gutiérrez, Winston Jardiel.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres, hermanos, por estar incondicionalmente facilitándome su apoyo y permitirme culminar la etapa universitaria y poder aportar mis conocimientos en la sociedad y a las distintas ramas que cuenta la carrera de ingeniería civil.

Agradezco a mis docentes de la facultad de ingeniería civil de la universidad PRIVADA DEL NORTE por haber compartido su experiencia y sus conocimientos a lo largo de nuestra formación académica y agradezco a mi asesor WISTON AZAÑEDO MEDINA por brindarme su tiempo, recomendaciones y consejos mediante el desarrollo de esta tesis.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	64
CAPÍTULO III.RESULTADOS.....	121
CAPITULO IV-DISCUSSION Y CONCLUSIONES.....	126
REFERENCIAS	131
ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PARTES DEL BAMBÚ Y SUS RESPECTIVOS USOS	26
TABLA 2 MÓDULOS DE ELASTICIDAD DEL BAMBÚ	28
TABLA 3 ESFUERZOS ADMISIBLES (MPA), CH =12%	28
TABLA 4 ESFUERZOS ADMISIBLES	33
TABLA 5 MÓDULO DE ELASTICIDAD	35
TABLA 6 CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS	44
TABLA 7 FACTORES DE ZONA	49
TABLA 8 CLASIFICACIÓN DE PERFILES DE SUELO	51
TABLA 9 FACTORES DE SUELO "S"	52
TABLA 10 PERIODO "TP" Y "TL"	53
TABLA 11 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U	53
TABLA 12 SISTEMAS ESTRUCTURALES	56
TABLA 13 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISOS	60
TABLA 14	80
TABLA 15 DERIVAS EN LA DIRECCIÓN X-X MÁS CORTANTE DINÁMICO	85
TABLA 16 DERIVAS EN LA DIRECCIÓN Y-Y MÁS CORTANTE DINÁMICO	85
TABLA 17 VERIFICACIÓN DE TORSIÓN EN LA DIRECCIÓN (X-X) QUE SEA MENOR A 1.3M	86
TABLA 18 VERIFICACIÓN DE TORSIÓN EN LA DIRECCIÓN (Y-Y) QUE SEA MENOR A 1.3M	86
TABLA 19 DISEÑO DE ZAPATAS	89
TABLA 20 DISEÑO POR FLEXIÓN DEL PAÑO MÁS DESFAVORABLE	90
TABLA 21 DISEÑO POR CORTE	91
TABLA 22 TABLA RESUMEN DE CORTANTE BASAL	98
TABLA 23 CÁLCULO DE FUERZA SÍSMICA VERTICAL	99
TABLA 24 VERIFICACIÓN DE TORSIÓN DE LA ESTRUCTURA	100
TABLA 25 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL CORTANTE EL DINÁMICO RESPECTO AL ESTÁTICO > AL 80%	101
TABLA 26 VERIFICACIÓN DE DERIVAS SEGÚN NORMA E.0100 BAMBÚ	102
TABLA 27 DISEÑO DE ACERO EN ZAPATAS PARA LA VIVIENDA EN BAMBÚ	119

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CULMOS O TALLOS DEL BAMBÚ. -----	22
FIGURA 2 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES MASIVAS DEL BAMBÚ EN EL PERÚ -----	23
FIGURA 3 PARTES DEL BAMBÚ -----	24
FIGURA 4 COMPONENTES DEL ACERO VEGETAL -----	25
FIGURA 5 MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL PERÚ-COPYRIGHT 2018 -----	48
FIGURA 6 PLANO DE PRIMER PISO- ALBAÑILERÍA -----	73
FIGURA 7 PLANO EN PLANTA DE SEGUNDO NIVEL-ALBAÑILERÍA -----	74
FIGURA 8 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS -----	76
FIGURA 9 ASIGNACIÓN DE CARGAS MUERTAS AL MODELO -----	82
FIGURA 10 ASIGNACIÓN DE CARGAS VIVAS AL MODELO -----	83
FIGURA 11 ASIGNACIÓN DE CARGAS PERMANENTES EN LA ESTRUCTURA -----	83
FIGURA 12 PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA DE ALBAÑILERÍA -----	84
FIGURA 13 DERIVAS DE ENTREPISO X-X -----	85
FIGURA 14 DERIVAS DE ENTREPISO Y-Y -----	86
FIGURA 15 MODELOS FINALES 3D DE ALBAÑILERÍA -----	86
FIGURA 16 PRECORRIDA DE ZAPATAS MEDIANTE COMBINACIÓN DE SERVICIO EN SAFE-----	88
FIGURA 17 MOMENTOS FLECTORES PARA DISEÑO EN ZAPATAS -----	88
FIGURA 18 MOMENTOS FLECTORES PARA DISEÑO EN LOSAS -----	89
FIGURA 19 ÁREA DE ACERO EN VIGAS ASISTIDO POR COMPUTADORA EN ETABS -----	91
FIGURA 20 CUANTÍA EN COLUMNAS ASISTIDO POR COMPUTADORA EN ETABS. -----	92
FIGURA 21 PLANO EN PLANTA EN PRIMER Y SEGUNDO PISO -BAMBU -----	93
FIGURA 22 PLANO EN PLANTA Y MODELADO 3D EN ETABS.-----	94
FIGURA 23 COLUMNAS DE BAMBÚ DE 3X3 -----	95
FIGURA 24 SPECTRO SEUDOACELERACIÓN-----	96
FIGURA 25 DEFINICIÓN DE CARGAS E IMPLEMENTACIÓN DE ANÁLISIS ESTÁTICO-----	97
FIGURA 26 ASIGNACIÓN DE CARGAS VIVAS AL MODELO -----	97
FIGURA 27 COMBINACIONES PARA EL DISEÑO EN BAMBÚ -----	97
FIGURA 28 IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DINÁMICO -----	99
FIGURA 29 ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES -----	100
FIGURA 30 FUERZA AXIAL PARA DISEÑO EN COLUMNAS DE BAMBÚ -----	103
FIGURA 31 COEFICIENTE DE LONGITUD EFECTIVA(K) -----	104
FIGURA 32 MOMENTOS PARA DISEÑO POR FLEXO COMPRESIÓN-----	107
FIGURA 33 FUERZA AXIAL PARA DISEÑO DE LA DIAGONAL LATERAL -----	108
FIGURA 34 MOMENTOS Y CORTANTES PARA DISEÑO EN VIGAS DE BAMBÚ -----	110
FIGURA 35 FUERZA AXIAL -DISEÑO DE UNIONES -----	117
FIGURA 36 UNIÓN CON PERNOS DE ½” -----	117
FIGURA 37 MOMENTOS FLECTORES PARA DISEÑO DE ZAPATAS -BAMBÚ -----	119
FIGURA 38 DERIVAS EN LA DIRECCIÓN X-X -----	121
FIGURA 39 DERIVAS EN LA DIRECCIÓN Y-Y -----	122
FIGURA 40 PERIODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACIÓN -----	123
FIGURA 41 PRESUPUESTO TOTAL DE AMBAS VIVIENDAS-----	124
FIGURA 42 PLAZO DE EJECUCIÓN DE AMBAS VIVIENDAS -----	125

<

RESUMEN

Para la presente investigación tiene como objetivo Analizar los comportamientos sismorresistentes y la rentabilidad de una vivienda de Bambú frente a una de albañilería confinada en una edificación de 2 niveles en el distrito de la Esperanza -Trujillo y de esta manera poder incentivar a la población al uso para la construcción ya que nos ofrece aspectos estéticos, económicos y se adapta al uso y necesidad de la población. El diseño de esta investigación es de tipo no experimental descriptiva - aplicada, en la que se tiene como población todas las Edificaciones residenciales compuestas a base de bambú y albañilería confinada, que cumplen los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones, de la que se extrajo una muestra correspondiente a una edificación de 2 niveles con un sistema de bambú y otra con sistema tradicional de albañilería confinada, para el procesamiento de datos se ha utilizado herramientas como, ETABS V.18, Safe, Mathcad y Excel.

Para ello se realizó el análisis sísmico, diseño estructural, costos y presupuestos de ambos sistemas con el mismo diseño arquitectónico para validar nuestra hipótesis lo cual se obtuvo que el bambú es un material sismorresistente y es más rentable en un 31.8% respecto a la albañilería.

PALABRAS CLAVES: Bambú, Guadua, Análisis Sismorresistente, Viviendas Económicas.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos años “los sistemas constructivos convencionales en albañilería confinada, acero y concreto armado son uno de los mayores contribuyentes al calentamiento global, debido al aprovechamiento de nuestros recursos naturales no renovables, así como los altos consumos energéticos; produciendo un fuerte impacto ambiental”. Es ahí donde el uso constructivo en bambú entra a tallar significativamente ya que no exige “sistemas de extracción y transporte, y genera bajo impacto al medio ambiente a lo largo su fase de renovación, y no requiere el uso de procesos de combustión o emisión de químicos” nocivos al planeta. (Aguilar, 2018, pág. 20)

En nuestra sociedad se ha usado el bambú en diferentes maneras sin embargo en la actualidad no existe una adecuada consideración en la construcción, es por ello que nosotros los peruanos debemos de recurrir la Norma (NTP) E.100 netamente de Bambú, además hay que sumarle que existen manuales y boletines que buscan fomentar su utilización para que la población no lo vea como un material desconocido y débil o de uso temporal, sino que debemos de incluir en talleres de universidad para de esta manera conocer la utilidad que ofrece el bambú comparado con los materiales cotidianos en el Perú . (Frias, 2019, pág. 17)

En Bolivia la zona peligrosa de sismicidad es alta, por lo que se desarrollan a menudo movimientos telúricos, uno de ellos se fue el Eje Cafetero de Colombia que se produjo en 1999, el cual dejó pérdidas de vidas y materiales. Por esta razón se desarrolló un método para evaluar el perjuicio sísmico en Bolivia. Este sistema simula un posible comportamiento sísmico de una edificación, además puede pronosticar el daño en 36 tipologías estructurales de edificaciones

pudiendo estar en cualquier ciudad de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. (Aguiar, 2015, pág.

6)

Asimismo, las zonas costeras están ubicadas en (zona 04) lo cual es correspondiente a una área altamente sísmica, con suelos de baja capacidad portante que no permiten a las estructuras en el incremento de pisos o altura y si es que se desea construir es necesario incrementar las dimensiones de los elementos estructurales de las edificaciones, lo que representa mayores costos en la ejecución; por ello la mayoría de la familias de clase media a baja opta por disminuir costos evitando contratar a un profesional calificado, utilizando materiales de baja calidad y como consecuencia se ejecutan viviendas que no cuentan con el mínimo criterio técnico sin cumplir ninguna normativa y convirtiéndose en un potencial peligro para sus ocupantes y viviendas vecinas ante un evento sísmico. (Frias, 2019, pág. 19)

En el caso del Perú existen zonas rurales en donde se construyen viviendas utilizando materiales de la zona tales como madera, piedra, adobe, bambú y esteras teniendo en cuenta las condiciones económicas y socio culturales del habitante. Sin embargo, estas viviendas de construcción artesanal no brindan la seguridad sísmica que es requerida según las normas técnicas nacionales, considerando que el Perú se encuentra ubicado en la zona sísmica denominada el cinturón de fuego del Océano pacífico, la cual lo hace una zona altamente sísmica, es por ello que se tiene la necesidad de construir viviendas que cumplan con los estándares exigidos por las normas técnicas de construcción. (Paredes, 2017, pág. 16)

El uso del bambú resulta ser una buena alternativa en el sistema constructivo, se le considera el acero del siglo actual, ya que a diferencia del acero es abundante, barato y no requiere

de grandes procesos industriales, además tiene mayor facilidad de acceso en zonas rurales donde el acceso al acero es limitado. (Salvatierra, 2019, pág. 12)

Al referirnos al material de bambú, aludimos a la especie *Guadua angustifolia*, conocida en Ecuador como caña o caña guadúa, en Perú como caña Guayaquil o simplemente Guayaquil y en Colombia como “guadua”. Este material, sobresale entre otras especies de su género por las propiedades estructurales de sus tallos, tales como la relación peso – resistencia (similar o superior al de algunas maderas), siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología. La capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hace que esta especie de bambú sea un material ideal para construcciones sismorresistentes. (Morán.J, 2015, pág. 5)

Existen 2 métodos para la construcción en bambú como son los métodos tradicionales y químicos donde en los métodos tradicionales Estos métodos se basan sobre todo en la reducción de los azúcares y almidones que son alimento de los hongos e insectos, pero no inmunizan el bambú frente a sus ataques. Estos tratamientos consiguen una superficie más dura frente a ser taladrado y Este método es económico, inocuo y comprobado por la sabiduría popular. Sin embargo, El método de preservación química es una inmersión en solución de bórax y ácido bórico, es el más recomendado, por su eficacia, costo, y seguridad para usuarios y medio ambiente. Según algunos expertos, la inmersión debe realizarse con cañas secadas durante una semana como máximo y que aún conservan su color verde. (Soler.P, 2017, págs. 33,34)

Ante lo descrito y mencionado anteriormente la presente investigación se busca evaluar sísmicamente, diseñar y calcular los precios unitarios de una edificación de bambú y una de albañilería confinada teniendo en cuenta la normativa vigente (E-100- BAMBU),(E.070-

ALBAÑILERÍA) y (E.060-CONCRETO ARMADO) para el diseño y el análisis sismorresistente basándonos en las estipulaciones de nuestra norma E0.30 de diseño sismorresistente así como la norma (E.020) para la consideración de las diferentes tipos de cargas que estará sometida nuestra edificación a analizar .

Las razones y motivos por analizar sísmicamente este tipo de material se deben a que sobresalen entre otras especies de su género por las propiedades estructurales de sus tallos, como la relación peso – resistencia (similar o superior al de algunas maderas), siendo incluso comparado con el acero y rentable para las diferentes construcciones que se viene dando en nuestro país.

El análisis consiste en una estructura residencial de 2 pisos con un área de 60 m² de construcción, mediante vigas y columnas con la especie de bambú *Guadua Angustifolia* respecto a una de albañilería confinada con la misma área construida.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

- **Título: “Análisis Comparativo: Uso De Bambú Vs. Perfiles De Acero Para Cobertura Liviana”**

Díaz.B, (2016, pág. 155) En su análisis sismorresistente menciona que por lo liviano que es el bambú permite que en todos los casos aligera el peso de la estructura a construir por ser un material liviano de sección hueca. Esto favorece a los cálculos antisísmicos y Sus fibras, en especial las externas, lo hacen muy resistente a las fuerzas axiales siendo los valores admisibles de la NTP 130 y 160 kg/cm², compresión y tensión respectivamente, y por su forma tubular y su relación carga máxima / peso propio, lo hacen no solo apto, sino ideal para recibir fuerzas axiales, siendo su gran potencial las estructuras espaciales (armaduras planas, armaduras espaciales).Esta investigación concluye que el bambú cuenta con características mecánicas que garantizan un comportamiento estructural óptimo, sin

embargo, no se han realizado los suficientes experimentos ni estudios del bambú para lograr una conexión ideal que maximice su utilidad y eficiencia en la construcción de edificaciones sismo resistentes.

Esta investigación nos da la certeza que, al momento de analizar sísmicamente la edificación, obtendremos resultados que satisfacen con la normativa E.030 de sismorresistente como E0.100 de Bambú.

- **Título: “Análisis del Comportamiento Estructural Y Beneficios de una Vivienda de Bambú Respecto a una de Albañilería Confinada en la Provincia de Piura”**

Frias, (2019, pág. 20) En su investigación que tiene como objetivo principal Analizar el Comportamiento estructural e identificar los Beneficios de una Vivienda de Bambú respecto a una de albañilería confinada en la Provincia de Piura. Y interpretar los Beneficios en el costo y plazos de ejecución que ofrece al construir con un material ecológico presente en nuestra zona, respecto a una de Albañilería confinada con el mismo diseño arquitectónico; lo cual concluyó que (pág114) La fuerza cortante actuante en la base del edificio para el diseño en Bambú es de 6.69 ton, y en albañilería es de 25.85 ton, partir de esto se puede concluir que la fuerza cortante en albañilería es 3.86 veces mayor que la cortante en bambú, esto se debe a la gran diferencia de peso entre ambas estructuras, pues como se sabe la fuerza es directamente proporcional a la masa y a la aceleración. Los periodos fundamentales de vibración que se obtuvieron para el diseño en Bambú y albañilería confinada fueron de 0.221 y 0.118 seg respectivamente. Con respecto a las derivas, en la edificación de bambú son mucho mayores que en la de albañilería, a partir de esto se concluye que una edificación en bambú tiene menor rigidez en comparación a una de albañilería, sin embargo

se debe tener en cuenta que el Bambú al ser un material mucho más flexible y tolera mayores distorsiones equivalentes al doble de las que tolera la albañilería confinada, asimismo con respecto a el costo de las partidas de estructuras y arquitectura de la vivienda en bambú hacienden a un monto equivalente en soles de S/.78,026.40, mientras que para albañilería a S/.102,125.85, en base a estos montos se concluye que la construcción de la vivienda en bambú resulta mucho más económica que en albañilería en un 23.59%, finalmente Con respecto a los plazos de ejecución se estimó un plazo de 73 días para la vivienda en bambú y 85 días para albañilería, a partir de esto se concluye que el construir en bambú es mucho más rápido que en albañilería.

En esta investigación nos da una proyección del comportamiento de las propiedades dinámicas de la estructura de bambú y su bajo costo para finalmente concretar que la construcción en bambú es más eficiente que una de albañilería.

Añazco.M, (2013, pág. 118) según el estudio de vulnerabilidad del bambú, menciona que Perú incrementó su economía en las últimas décadas en diferentes sectores tales como por ejemplo los de la construcción y el turismo. Donde el bambú es utilizada para la construcción de hoteles y viviendas de playa donde la mayor parte de la materia prima es proveniente del Ecuador ya que el Perú en general no existe una tradición para industrializar la caña de bambú.

- Título: **“Bambú: una forma asequible, sostenible y duradera de construir en el Perú (Lima, Pisco, San Clemente y Chiclayo, Perú)”**

- Barnet, (2014, pág. 2) en él su artículo menciona que según lo ocurrido en el terremoto del 2007 que destruyó más del 70% de las ciudades de la región de Ica (al sur de Lima), donde más de 140.338 viviendas fueron afectadas y este desastre demostró la muy alta vulnerabilidad de las edificaciones en el Perú y la urgencia de introducir nuevas prácticas constructivas para prevenir otras futuras catástrofes, el *Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción (IVUC)* empezó su investigación para desarrollar nuevas alternativas de construcción sismorresistente, basadas en un material altamente renovable como lo es el bambú-guadua conocida también como «el acero vegetal» por sus excelentes características físico-mecánicas, su ligereza y su flexibilidad sostenible siendo una mitigación del cambio climático.(pág.02).Se concluyó que a base de lo ocurrido se logró La construcción de 54 módulos de vivienda de 22 m² para los damnificados del terremoto en la ciudad de San Clemente, brindando un espacio seguro y durable a familias que perdieron toda su casa, se dio el primer centro de producción, capacitación e innovación sobre la construcción con bambú en el Perú, se concretaron 11 estructuras livianas de bambú para centros de producción de elementos constructivos para la vivienda, se llevó a cabo La construcción de un proyecto piloto de la primera vivienda de dos pisos en bambú, asimismo se logró la construcción de la iglesia de la *Compañía de Jesús* en Pisco, edificación pública en bambú más emblemática del país y lo más importante es que se incentivó y la asesoría para crear la *Norma de construcción E100 Bambú*.(pág.04).

Esta investigación nos ayuda a comprender cuales fueron algunas de las principales necesidades que surgieron a ser tomadas en cuenta más adelante poder ser concretada la norma E.100 de construcción en bambú en Perú, la misma que en se aprobó el 8 de marzo del 2012 y convertirse

ser el material de construcción del siglo XXI siempre teniendo en cuenta sus ventajas y sus limitaciones.

Según lo ocurrido en esa época se optó por priorizar esta práctica de la construcción del bambú lo cual se logró concretar en la ciudad de pisco (Perú) la iglesia con un área de 200 m² la cual fue analizada y diseñada en caldas (Colombia) que según estudios resistió cargas de 23 toneladas todo a base de este material. (Orosco.A, 2009)

- Título: **“Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019”**

Salvatierra.B, (2019, pág. 09) En su investigación con un objetivo general de evaluar la aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete – 2019, diseñó los elementos estructurales con refuerzo de acero y bambú en base a la Norma ACI-318, la Norma Técnica E.100 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 – Título E y se realizó el análisis estático y dinámico de la estructura reforzada con acero y con bambú en base a la Norma Técnica E-030.se concluyó que Las derivas inelásticas obtenidas en la vivienda reforzada con acero en la dirección X son de 0.6372 % y 0.4290 % en el piso 1 y 2, respectivamente, en la dirección Y son de 0.6414 % y 0.4320 % en el piso 1 y 2, respectivamente. En cuanto a la vivienda reforzada con bambú las derivas inelásticas resultantes en el eje X son de 0.4752 % y 0.3090 % en el piso 1 y 2, respectivamente, en la dirección Y son de 0.4770 % y 0.3108 % en el piso 1 y 2, respectivamente; se observa que las derivas obtenidas de la vivienda reforzada con bambú son menores a las obtenidas de la vivienda reforzada con acero debido a los valores obtenidos de los esfuerzos mecánicos del bambú. Y , la fuerza axial máxima actuante en las columnas de la vivienda reforzada con acero es de 22.9406 Tonf y con bambú se obtuvo una fuerza axial máxima de 22.9131 Tonf; con respecto a

las fuerzas cortantes máximas de las columnas se obtuvo 3.1321 Tonf en X y 3.1811 Tonf en Y para la vivienda reforzada con acero, con respecto al bambú se obtuvo 2.3996 Tonf en X y 2.446 Tonf en Y; por último, en las columnas de la vivienda reforzada con acero se obtuvieron momentos máximos de 3.9533 Tonf-m en X y 3.9088 Tonf-m en Y, con respecto al bambú se obtuvieron momentos máximos de 3.0086 Tonf-m en X y 2.9619 Tonf-m en Y. Por lo tanto, se observa que la fuerza axial máxima en la estructura reforzada con bambú es menor que la actuante en la estructura reforzada con acero en 0.12 %. (pág,95).

De esta investigación rescatamos las ventajas o beneficios de un análisis sísmico y diseño de una estructura reforzada con bambú y otra en acero, llegando a la conclusión que las derivas de la vivienda reforzada con bambú son menores a las de acero obteniéndose la misma relación en la fuerza axial máxima.

- ✓ Título: **“Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción”**

Juarez.D, (2019, pág. 16) En su trabajo de investigación que tiene como objetivo principal Analizar qué tan rentable o viable es el uso del bambú en sus variedades de especies peruanas más adecuadas para la construcción en zonas específicas del Perú. Para ello realizó el diseño, metrado y cotización de una vivienda simple; lo cual concluyó que (pág.95 ,97) el presupuesto para la construcción de una vivienda simple de un piso albañilería fue de S/. 75.143,51 y para bambú S/. 55.769,73 y es 35% más rentable que los materiales tradicionales, como los ladrillos de arcilla, el concreto y el acero, obteniéndose una mayor rentabilidad parcial en las partidas de estructuras y arquitectura, de aproximadamente 43%. Este índice de ahorro puede ser incluso mayor si se consideran los gastos generales, asimismo la construcción de una vivienda de bambú es un 33% más rápida que una vivienda de material tradicional

De este estudio nos ayuda a entender lo económico y lo rápido que la construcción con bambú frente a sistemas tradicionales, llegando a la conclusión que el porcentaje de ahorro de la construcción con el acero vegetal es de 35% y el plazo de ejecución es más rápido en un 33% respecto a las viviendas de albañilería.

- ✓ Título: **“Análisis Comparativo De Sistemas Constructivos En Un Módulo De Departamentos Tipo De Interés Social Empleando Caña Guadúa Angustifolia Kunth Y Hormigón Armado, Ubicado En La Parroquia Guale, Cantón Paján, De La Provincia De Manabí”**

Asimbaya.M, (2019, pág. 20) en su tesis que realiza el análisis comparativo técnico – económico entre dos sistemas constructivos; el primero constituido por materiales de construcción convencionales (Hormigón Armado) y, una segunda alternativa conformada por caña guadúa Angustifolia Kunth como material base, en combinación con materiales convencionales, logrando así una construcción de tipo mixto. El planteamiento estructural de ambos sistemas estará enmarcado en estricto rigor a las Normativas para Diseño Estructural vigentes en el país, establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015), especificado en los distintos capítulos que conforman la Normativa en mención. Adicionalmente, se considerarán Normativas extranjeras, principalmente aplicadas a la segunda alternativa, en caso de requerir información no especificada en la NEC-15 para Estructuras de guadúa (GaK). La planta arquitectónica considerada para el presente proyecto corresponde a una tipología de vivienda de interés social adoptada, con ciertas variaciones acorde a las exigencias de diseño sismorresistente detallados en la NEC-SE-DS 2015.se concluye que mediante esta investigación de comparación tanto en hormigón armado como el diseño por bambú El costo por concepto de cubierta para el

sistema constructivo convencional es de \$3050.14 frente a \$2990.94 para el sistema constructivo mixto. De acuerdo al estudio económico comparativo se ha determinado que el costo por metro cuadrado de construcción en hormigón armado es de \$283 y en materiales mixtos es de \$263, aproximadamente. Se enfatiza que, los acabados para ambas propuestas contemplan recubrimiento en pisos de todos los ambientes (cerámica para el sistema constructivo convencional y vinilo para el sistema constructivo mixto), finalmente se determina que el costo del sistema estructural mixto es aproximadamente 7% más barato en comparación al sistema convencional en hormigón armado. (pág.292).

Este estudio aporta resultados muy importantes para nuestro caso de estudio, ya que muestra el análisis sismorresistente y realiza un balance del costo entre una estructura de hormigón armado con una de bambú y de esta manera nos impulsa a seguir con la investigación ya que según esta investigación se concluyó que la estructura compuesta en bambú demuestra ser más barato en comparación a una de concreto armado.

- ✓ Título: **“Análisis Del Comportamiento Estructural Del Bambú Del Tipo “Guadúa Angustifolia Kunth” Como Material De Construcción En Sustitución Del Hormigón Armado.”**

Aguilar, (2018, pág. 21), Después del evento sísmico del 16 de abril de 2016 en Ecuador se realizaron varias evaluaciones de los daños producidos en las edificaciones, destacando las construcciones con madera y bambú como las resistentes a este fenómeno de 7.8 grados en Escala de Richter. Entre ellas, se puede mencionar al hotel Amalur en Canoa, provincia de Manabí, conformado por una base de hormigón y el primer piso constituido por bambú y madera, el cual no sufrió daño alguno. en esta investigación se concluye que la incorporación de culmos en la estructura de bambú, aporta resistencia en la estructura durante un evento sísmico, reduciendo los

desplazamientos, sin embargo, la contribución de esta mampostería no afectó de manera visible al comportamiento de la estructura. (pág.200).

Esta investigación nos ayuda a comprender acerca de los comportamientos de una estructura de bambú ante un análisis sísmico. Asimismo, este estudio nos facilita una guía previa para poder predecir el comportamiento que tendrá nuestro modelo a estudiar en el distrito de la Esperanza - Trujillo.

- ✓ Título: “**Análisis Estructural De Una Vivienda Prototipo Prefabricada De Guadua Angustifolia Kunth.**”

Peñaranda.D, (2015, pág. 11) La Guadua angustifolia Kunth es una de las especies forestales más características de Colombia. Perteneciente a la familia del bambú, esta planta nativa usada en la construcción permite una reducción de costos, y gracias a sus excelentes propiedades físico-mecánicas, permite desarrollar estructuras sismo resistentes, que garantizan buenas propiedades de servicio, sin causar ninguna incomodidad o percepciones de inseguridad a los ocupantes o usuarios de la estructura. Estas características demuestran que la Guadua Angustifolia Kunth posee propiedades estructurales sobresalientes, que no sólo superan a las de la mayoría de las maderas, sino que además pueden ser comparadas con las del acero y algunas fibras de alta tecnología, por lo cual se afirma que la especie absorbe gran cantidad de energía, admite grandes niveles de flexión y que, por lo tanto, es ideal para levantar construcciones sismo-resistentes. En este estudio se concluye que: al ser material liviano y junto con ello se colocaron materiales livianos en la cubierta y el peso total de la estructura no es muy grande, entonces es una ventaja con respecto a otros materiales de construcción los cuales son pesados, el poco peso de la estructura hace que esta se comporte de una mejor manera en el momento de posibles eventos sísmicos. Asimismo, en el resumen del diseño estructural la gran mayoría de elementos cumplen con la sección propuesta

inicialmente. Hay cuatro casos que no cumplen con las condiciones iniciales que son, las vigas de entrepiso 3,32 sentido Y las vigas entrepiso 2,25 sentido Y, ya que en estos dos elementos la sollicitación que predomina es el cortante, por esta razón es necesario que estos elementos estén constituidos por dos culmos de guadua; para el caso de las correas y las viguetas 3,32 (30 cm), el diseño no cumple con las condiciones iniciales por cuestión de deflexiones, por esta razón se aumenta el diámetro de estos elementos a 130 milímetros y 140 milímetros respectivamente.(pág.81). asimismo, en Colombia la guadua empezó a sustituir en la mayoría de las construcciones a la madera, y adicional a esto se impulsó más su uso debido a su bajo costo, a su fácil producción y a su rápida construcción. El manejo de la guadua se ha mantenido en el tiempo y se vuelve a plantear su utilización en la actualidad gracias a su buen comportamiento frente a las acciones sísmicas. (pág.18).

Este estudio nos impulsa y nos estimula a la ingeniería y a la población a usar y desarrollar la guadua *angustifolia kunth* como material estructural alternativo, ya que según lo expuesto esta es una muy buena opción debido a su desarrollo ante las construcciones tradicionales de hormigón armado e incluso frente a otros tipos de maderas.

En el desarrollo de la presente investigación se tendrá como base a las normas del Reglamento nacional de Edificaciones (RNE) como son:

- ✓ NTP E.100: Bambú
- ✓ NTP E.070: Albañilería
- ✓ NTP E.020: Cargas
- ✓ NTP E.060: Concreto armado
- ✓ NTP E.030: Diseño sismorresistente

Las plantas de pertenecen a la descendencia de las gramíneas donde hay proporciones que son herbáceos y otros leñosos, que crecen diversas cañas o tallos mediante el año, con medidas que están entre 1m hasta 40 m de altura y un diámetro de hasta 0.3m alrededor de la base como el *Dendrocalamus giganteus* de la india. Se encuentran alrededor de 1,250 especies y 90 géneros de bambúes, divididas en los cinco continentes, en Perú al “sureste de la Amazonía, en los departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Cusco y Junín, existen grandes extensiones de bosques naturales con bambú, que de acuerdo con la información oficial del INRENA, corresponden a aproximadamente 39,978 km² de bosques con bambú, siendo las especies dominantes *Guadua affinis angustifolia*, *G. sarcocarpa*, *G. superba*, *G. chacoensis* y *G. paniculata*” (Norma E.100-Bambú, 2011)

Con lo que respecta a su crecimiento y proliferación va desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm en el Perú, siendo la más conocida e utilizada la *guadua angustifolia*, ya que “sobresale entre otras especies de su género por sus propiedades estructurales de sus tallos, tales como la relación peso – resistencia similar o superior al de algunas maderas, siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología volviéndola así por la capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión un material ideal para construcciones”. (López, 2011, pág. 20)

FIGURA 1

Culmos O Tallos Del Bambú.



Nota. Fuente: *Boletín de Bambú*, (2011, pág. 01)

FIGURA 2

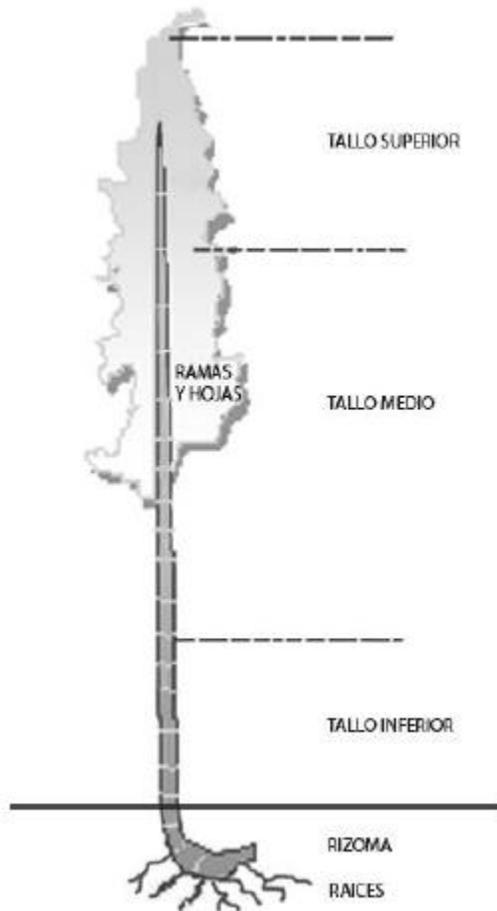
Mapa De Distribución De Especies Masivas Del Bambú En El Perú



Nota. Como podemos apreciar en la figura que en el Perú abunda más en Cajamarca, Piura y san Martín. Fuente: Norma E.100-Bambú,(2011, pág. 44)

La caña de bambú es el tallo de la planta que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes:

FIGURA 3
Partes Del Bambú



Nota. Fuente: Norma E.100-Bambú, (2011, pág. 03)

Este acero vegetal tiene diferentes características como:

- a) **Nudo:** “Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas”.
- b) **Entrenudo:** “Parte de la caña comprendida entre dos nudos”.
- c) **Diafragma:** “Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones”.
- d) **Pared:** “Parte externa del tallo formada por tejido leñoso”.

FIGURA 4

Componentes Del Acero Vegetal



Nota. Fuente: Norma E.100-Bambú, (2011, pág. 03)

Partes Del Bambú

Tabla 1

partes del bambú y sus respectivos usos

PARTE	DESCRIPCION	USO
Copo	“Parte apical del bambú con longitud de 1.20m a 2 m.	“Retorno al suelo como materia orgánica
Varillón	Tramo del tallo por encima de los 16m	Retorno al suelo como materia orgánica
Sobrebasa	Tramo del tallo entre los 8 y 12 metros	Utilizado como puntal de apoyo para tablonés en vaciados de losa, en correas de techo, esterilla, latas En elementos estructurales: • Vigas • Columnas
Basa o Culmo	Parte más útil y comercial. Presenta un diámetro regular.	De esta sección también se elabora la esterilla, la cual tienen múltiples usos en construcción de paredes, casetones, planchas, etc
Cepa	Sección basal del culmo de mayor diámetro. La menor distancia entre nudos de esta sección del tallo aumenta la resistencia a flexión	• Columnas • Pasadores

Rizoma	Red de tallos subterráneos que da soporte a la planta.	Decoración, mobiliario y juegos infantiles”
--------	--	---

Nota. *Los culmos más comunes en Perú para la construcción son de 12-15 cm de diámetro”.

Fuente: Lucila Aguilar Arquitectos, (2015)

La contracción del diámetro del bambú “puede ser del 5 hasta el 15 %, cuando se disminuye la humedad del tronco, (del 70% hasta el 20%)” (Cobos Fischer & León Rodríguez, 2007, pág. 47). El análisis de esta contracción es relevante si el elemento en guadua será utilizado en hormigón armado.

Asimismo, Vásquez, (2018, pág. 94) en su investigación concluyen que las características físicas y mecánicas del bambú varían según la edad, a través del análisis de los valores promedios obtenidos en cada ensayo y las edades de cada muestra ensayada. Y las Propiedades Mecánicas Del Bambú (módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles)

Módulo de elasticidad se tiene que módulo de elasticidad se determina en base a la relación entre la carga aplicada a la muestra y su deformación. la NEC-SE-GUADUA recomienda como módulos de elasticidad los indicados en la tabla 3, al mismo tiempo sugiere que para el análisis de elementos estructurales se debe utilizar E.0.5, como módulo de elasticidad del material. el Emin se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (CL) y de columnas (CP).

Este módulo de elasticidad (e), se debe utilizar para calcular las deflexiones y garantizar serviciabilidad. la selección del módulo de elasticidad de acuerdo con la *tabla 3*, dependerá del criterio del ingeniero

calculista. *tabla 2.* módulos de elasticidad del bambú en MPa, para un contenido de humedad del 12%.

Tabla 2

módulos de elasticidad del bambú

Módulo percentil 5 (E0.5)	Módulo percentil 5 (E0.05)	Módulo mínimo (E _{min})
12000	75000	4000

Nota. *Fuente: NEC-se-guadua, (2015)

La *Tabla 3*, muestra los valores de esfuerzos admisibles sugeridos por la NEC-SE-GUADUA, (2015), los mismos que resultaron de ensayos realizados en probetas de bambú de acuerdo con las especificaciones de normas internacionales (INBAR STANDARD FOR DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAMBOO)

Tabla 3

Esfuerzos Admisibles (MPa), CH =12%

Flexión (F _b)	Tracción (F _t)	Compresión (F _c)	Compresión ⊥ (F _p *)	Corte (F _v)
15	19	14	1.4	1.2

Nota. Fuente: NEC-SE-GUADUA,(2015)

Donde:

||: Compresión paralela al eje longitudinal.

⊥: Compresión perpendicular al eje longitudinal.

* La resistencia a la compresión perpendicular está calculada para entrecanos rellenos con mortero de cemento.

Vásquez, (2018, pág. 41) en su tesis “Características Físicas y Mecánicas del Bambú para Fines Estructurales” presentan un conjunto de ventajas y desventajas acerca del bambú las cuales se mencionan a continuación:

Las principales ventajas son:

- “El bambú posee propiedades sismorresistentes por su bajo peso y su alta capacidad de admitir una mayor flexión y absorber energía lo que hace que sea ideal en las construcciones para un país con alta sismicidad como el Perú”.

- “En la construcción, es más liviano que el acero y más fuerte que el concreto; sismorresistente y más económico que materiales convencionales”.

- Por ser un material de poco peso es fácil de transportar, almacenar y esto da la posibilidad de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes.

- Los bambúes se utilizan en su totalidad, es una planta que no posee corteza o alguna parte que pueda considerarse desperdicio.

- Una ventaja muy importante del bambú es que puede utilizarse con algún otro material de construcción como por ejemplo el concreto, como elemento de concreto.

- Regulador del caudal hídrico: por su gran capacidad de retención de agua en sus culmos, el bambú almacena el agua lluvia y la utiliza para su beneficio en épocas de sequía.

- Es un recurso renovable.

- como desventajas tenemos que el bambú es vulnerable a los rayos ultravioleta y al agua, a la humedad, por lo tanto, requiere de alguna protección durante el manejo, la ejecución y mantenimiento de este material. Si el bambú está en contacto directo con el suelo y humedades perderá algunas características de resistencia.

- El bambú como toda planta esta vulnerable al ataque de insectos y hongos. Por esto debe ser curado durante su corte.

- Su comportamiento estructural puede variar mucho dependiendo de la especie y esta a su vez del lugar donde crece, la edad, contenido de humedad, sección del culmo o tallo a ser utilizada.

- El diámetro del bambú y el espesor de su varia a lo largo de toda la caña, lo que causa algunas veces dificultades en la construcción.

- El bambú al secarse se contrae y su diámetro se reduce. Se debe prever que las piezas estén secas y/o tomar en cuenta este cambio.

- Disponibilidad de pocas herramientas dedicadas al bambú

Nuestra norma vigente E.100-Bambú nos muestra las distintas características y consideraciones técnicas que debe tener un bambú para uso estructural por ello es necesario conocer los requisitos que nos ofrece:

- ✓ Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.

- ✓ La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- ✓ El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con bambú en estado verde, el profesional responsable debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- ✓ El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- ✓ Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- ✓ Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%.
- ✓ Las piezas de bambú estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.
- ✓ Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- ✓ Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- ✓ No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

- ✓ El método de análisis como limitaciones y esfuerzos admisibles dados en esta Norma son aplicables a estructuras analizadas por procedimientos convencionales de análisis lineal y elástico. La determinación de los efectos de las cargas (deformaciones, fuerzas, momentos) en los elementos estructurales debe efectuarse con hipótesis consistentes y con los métodos aceptados en la buena práctica de la ingeniería.
- ✓ El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad a esta Norma deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos admisibles.
- ✓ Los esfuerzos admisibles serán exclusivamente aplicables al bambú estructural que cumple con lo indicado en el numeral 7 que nos presenta las diferentes características que adopta este material como, por ejemplo:
 - ✓ Los elementos estructurales de bambú deberán diseñarse teniendo en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Deberá considerarse en cada caso la condición que resulte más crítica:
 - ✓ Por el criterio de resistencia se tiene que los elementos estructurales de bambú deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio y modificados por los coeficientes aplicables en cada caso, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material, es por ello por lo que debemos evaluar que:
 - a)** Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio.
 - b)** Se considerarán necesariamente los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua.
 - c)** Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.

d) En aquellos sistemas basados en el ensamble de elementos de bambú se incluirán adicionalmente las deformaciones en la estructura debidas a las uniones, tanto instantáneas como diferidas.

Según nuestra norma técnica E.020 nos indica que Las estructuras deben diseñarse para soportar todas las cargas provenientes como:

- a) Peso propio y otras cargas permanentes o cargas muertas.
- b) Sobrecarga de servicio o cargas vivas.
- c) Sobrecargas de sismos, vientos, precipitaciones y otras.

La determinación de las sobrecargas de servicio y cargas de viento, sismo y nieve se efectuará de acuerdo con lo señalado por la norma E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones para que cuando las sobrecargas de servicio o las cargas vivas sean de aplicación continua o de larga duración (por ejemplo, sobrecargas en bibliotecas o almacenes) éstas deben considerarse como cargas muertas para efectos de determinación de deformaciones diferidas.

Los esfuerzos admisibles que deberán usarse en el diseño de elementos estructurales de bambú son los que se consignan en la TABLA 4

Tabla 4

Esfuerzos Admisibles

Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm ²)				
Flexión	Tracción	Compresión	Compresión	Corte
fm	Paralela	Paralela	Perpendicular	Paralelo
	ft	fo//	(f'c)	fv
5 Mpa	16 Mpa	13 Mpa	1.3 Mp	1 Mpa
(50Kg/cm ²)	(160 Kg/cm ²)	(130 Kg/cm ²)	(13 g/cm ²)	(10 Kg/cm ²)

Nota. Fuente: Norma E.100-Bambú,(2011)

Con base en los valores de esfuerzos admisibles de la Tabla N.º 4 y los módulos de elasticidad de la Tabla N.º 5, afectados por los coeficientes de modificación a que haya lugar por razón de la duración de carga, esbeltez y cualquier otra condición modificatoria, se determinan los esfuerzos (o sollicitaciones) admisibles modificados de todo miembro estructural de acuerdo con la formula general:

$$F'I = FI \cdot CD \cdot CL \cdot CR$$

DONDE:

F'I = esfuerzo admisible modificado para la sollicitación I

FI = esfuerzo admisible en la sollicitación I

CD = coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1 para carga viva)

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas (ver 8.6.3 estabilidad para elementos de flexión)

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 superior a 0.6 m

Los módulos de elasticidad que deberán usarse en el diseño de elementos de bambú son los que se consignan en la TABLA 5.

Tabla 5

Módulo De Elasticidad

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	
E. PROM	E.MIN
9500 Mpa	7300 Mpa
(95000Kg/cm ²)	(73000 Kg/cm ²)

Nota. Norma E.100-Bambú, (2011)

Toda edificación de bambú debe ser sometida a revisiones, ajustes y reparaciones a lo largo de su vida útil. Es por ello por lo que el mantenimiento del bambú se debe realizar con materiales como: ceras, lacas, barnices o pintura y según los siguientes criterios:

- ✓ Para piezas de bambú expuestas a la intemperie se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 6 meses.
- ✓ Para piezas de bambú en exteriores, protegidas de la intemperie, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 1 año.
- ✓ Para piezas estructurales de bambú en interiores, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 2 años.

- ✓ Se deberán reajustar los elementos que, por contracción del bambú, por vibraciones o por cualquier otra razón se hayan desajustado.
- ✓ Si se encuentran roturas, deformaciones excesivas, podredumbres o ataques de insectos xilófagos en las piezas estructurales, éstas deberán ser cambiadas.
- ✓ Si se detecta la presencia de insectos xilófagos, se deberá realizar el tratamiento del caso para su eliminación.
- ✓ Garantizar que los mecanismos de ventilación previstos en el diseño original funcionen adecuadamente.
- ✓ Evitar la humedad que puede propiciar la formación de hongos y eliminar las causas.
- ✓ Deberá verificarse los sistemas especiales de protección contra incendios y las instalaciones eléctricas.
- ✓ Aquellas partes de la edificación próximas a las fuentes de calor deben aislarse o protegerse con material incombustible o con sustancias retardantes o ignífugos, aprobados por la legislación peruana, que garanticen una resistencia mínima de una hora frente a la propagación del fuego.
- ✓ Los elementos y componentes de bambú deben ser sobredimensionados con la finalidad de resistir la acción del fuego por un tiempo adicional predeterminado.
- ✓ Revisar la unión periódicamente, para reemplazarla en caso de aflojamiento.

El bambú en el Perú se clasifica mediante:

- ✓ grupo: angiospermas
- ✓ clase: monocotiledóneas

- ✓ orden: poales
- ✓ familia: poaceae
- ✓ subfamilia: bambúsoideae
- ✓ tribu: bambúseae (leñoso)
- ✓ tribu olyreae (herbáceo)

En el Perú se ha reportado a la fecha la presencia de aproximadamente 50 especies nativas y exóticas de bambúes leñosos (entre otras sin identificar), pertenecientes a las subtribus y géneros (Norma E.100-Bambú, 2011) las cuales se describen continuaciones siguientes:

- ✓ arthrostyloidium 02 especies
- ✓ alounemia 07 especies
- ✓ elytrostachys 01 especie
- ✓ merostachys 01 especie
- ✓ riphidocladum 02 especies

o subtribu chusqueinae

- ✓ chusquea 19 especies
- ✓ neurolepsis 01 especie

o subtribu guaduinae

- ✓ guadua 05 especies

especies exóticas o introducidas: 12

o subtribu bambúesinae

- ✓ bambúesa 07 especies
- ✓ dendrocalamus 02 especies
- ✓ gigantochloa 01 especies

o subtribu shibataeinae

- ✓ phyllostachys 02 especies

especies nativas de género guadua

- ✓ guadua angustifolia
- ✓ guadua sarcocarpa

CONCEPTOS IMPORTANTES SEGÚN NORMA E.070 DE ALBAÑILERÍA

Albañilería Confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 2)

Columna: Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 2)

Confinamiento: Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 2)

Muro No Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 2)

Muro Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 2)

Mortero: El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610. Los cual está compuesto por: Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009 (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 4)

Consideraciones a tener en cuenta.

MUROS PORTANTES: Los muros portantes deberán tener:

- a) Una sección transversal preferentemente simétrica.
- b) Continuidad vertical hasta la cimentación.
- c) Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- d) Longitudes preferentemente uniformes en cada dirección.

e) Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en los siguientes sitios: En cambios de espesor en la longitud del muro, para el caso de Albañilería Armada, En donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos. En alféizar de ventanas o cambios de sección apreciable en un mismo piso009 (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 8)

REQUISITOS ESTRUCTURALES MINIMOS

Espesor Efectivo «t». El espesor efectivo se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ Para las Zonas Sísmicas 2,3 y 4}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ Para la Zona Sísmica 1}$$

ESTRUCTURACIÓN EN PLANTA

a) Muros a Reforzar. En las Zonas Sísmicas 2 y 3 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará cualquier muro portante (ver Artículo 17) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En la Zona Sísmica 1 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre. (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 9)

b) Densidad Mínima de Muros Reforzados. La densidad mínima de muros portantes (ver Artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión: (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 9)

$$\frac{\text{Area de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Area de la Planta Típica}} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

Donde:

Donde: «Z», «U» y «S» corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

«N» es el número de pisos del edificio; «L» es la longitud total del muro (incluyendo columnas, sí existiesen); y, «t» es el espesor efectivo del muro.

De no cumplirse la expresión (Artículo 19 (19.2b)), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la

REQUISITOS ADICIONALES

Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

a) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso. 009 (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 9)

b) Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m. De cumplirse esta condición, así como de emplearse el espesor mínimo especificado en el Artículo 19.1.a, la albañilería no necesitará ser diseñada ante acciones sísmicas ortogonales a su plano, excepto cuando exista excentricidad de la carga vertical 009 (Norma E.070 Albañilería, 2019, pág. 10)

c) Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).

d) Que todos los empalmes y anclajes de la armadura desarrollen plena capacidad a la tracción. Ver NTE E.060 Concreto Armado y Artículo 11 (11.5).

Es muy importante tener en cuenta los distintos parámetros previo a realizar un estudio sismorresistente por ello se está tomando en cuenta las consideraciones de la norma peruana E020, por tal motivo es necesario estudiar y conocer los conceptos que esta nos ofrece dicha norma.

a) La carga viva concentrada en Los pisos y techos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otras cargas vivas concentradas en exceso de 5,0 kN (500 kgf) (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.

b) Cuando exista una carga viva concentrada, se puede omitir la carga viva repartida en la zona ocupada por la carga concentrada.

El peso de los tabiques móviles se incluirá como carga viva equivalente uniformemente repartida por metro cuadrado, con un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m²), para divisiones livianas móviles de media altura y de 1,0 kPa (100 kgf/m²) para divisiones livianas móviles de altura completa. Cuando en el diseño se contemple tabiquerías móviles, deberá colocarse una nota al respecto, tanto en los planos de arquitectura como en los de estructuras.

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre una región rectangular representativa de 15 m² que no tenga ningún lado menor que 3,00 m.

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

a) Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).

b) Para techos con inclinación mayor de 3° , con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3° , hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m²).

c) Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m²).

d) Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30kgf/m²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.

e) Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

f) Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0kPa (100 kgf/m²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común o público, en cuyo caso la carga viva de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/ m²).

El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada. Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.

g) Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasione.

a) Todas las aceras y pistas o porciones de las mismas que no se apoyen sobre el suelo se diseñarán para una carga viva mínima repartida de 5,0 kPa (500 kgf/m²). Cuando estén sujetas a la carga de rueda de camiones, intencional o accidental, se diseñarán tales tramos de aceras o pistas para la carga vehicular máxima que se pueda imponer.

b) Los registros de inspección, las tapas de registro y las rejillas, serán diseñados para las cargas prescritas en el inciso anterior

Tabla 6

Cargas Vivas Mínimas Repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes	
fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo con lugares de asambleas

Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de	
pasajeros, con altura de	2,5 (250)
entrada menor que 2,40 m	
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y	
zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea.
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4

Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea.
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)

Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea.
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Nota. * Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil. Fuente: Norma E.020, (2019).

La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñados para resistir las cargas (presiones y succiones) exteriores e interiores debidos al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y succiones exteriores serán consideradas simultáneamente.

Tipo 1. Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Para este tipo de edificaciones se aplicará lo dispuesto en los Artículos 12 (12.3) y 12 (12.4).

Tipo 2. Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en la dirección del viento. Para este tipo de edificaciones la carga exterior especificada en el Artículo 12 (12.4) se multiplicará por 1,2.

Tipo 3. Edificaciones que representan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1.

Para realizar el análisis sísmico estático y dinámico se está tomando en cuenta los parámetros de la norma peruana E030, es el motivo se hace de mucha importancia estudiar y analizar los conceptos que esta no brinda dicha norma.

El mapa del Perú se ha dividido por zonas en un total de 4, como se muestra en la Figura 1. “La zonificación mostrada se basa en la distribución espacial de sismicidad, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos movimientos con la distancia epicentral, así también en la información geotectónica”. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018).

FIGURA 5

Mapa De Zonificación Del Perú-Copyright 2018



Nota. Esta investigación se realizará en zona 4. *Fuente:* Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, (2018, pág.

04)

“A cada uno de los factores de zona se les asigna un valor según se indica en la Tabla 1.

Con este factor se indica como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor “Z” se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Tabla 7

Factores de zona

ZONA	VALOR(Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Nota. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, (2018)

Para la “clasificación de condiciones geotécnicas de los perfiles de suelo se ha tomado en cuenta la propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s) de acuerdo con sus velocidades, por otro lado, para suelos de tipo granulares, el promedio ponderado obtenido para los N_{60} mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{S}_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Por lo que es importante mencionar los 5 tipos de suelos como, por ejemplo:

a) Perfil Tipo S0: Roca Dura: A este tipo corresponden las “rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor interperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de cortes superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s ”. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

B) Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos: A este tipo corresponden las “rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre: - Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²)”. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

- Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios: A este tipo corresponden los” suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta “sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{s}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos: Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier “perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u menor que 25 kPa”. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

e) Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales: Este tipo corresponden los “suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine. La Tabla 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo”: (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Tabla 8

Clasificación de perfiles de suelo

PERFIL	V_s	N_{60}	S_u
S0	>1500 m/s	--	--
s1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kpa

S2	180 m/s a 500 m/s	15a50	50kpa a100kpa
S3	<180 m/s	<15	25kpa a 50 kpa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Nota. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente,(2018)

En la norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) especifica que “Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas 3 y 4”

Tabla 9

Factores de suelo "S".

ZONA- SUELO	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, (2018)

Tabla 10

Periodo "TP" y "TL".

TABLA N°04 Periodos "Tp" y "Tl"				
ZONA- SUELO	S0	S1	S2	S3
TP	0.30	0.40	0.60	1.00
TL	3.00	2.50	2.00	1.60

Nota. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, (2018)

En la norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) especifica que “De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones”:

$$T < TP \quad C = 2,5 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$TP < T < TL \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{Tp}{Tl}\right) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$T > TL \quad C = 2,5 \left(\frac{Tp \cdot Tl}{T^2}\right) \quad (\text{Ecuación 3})$$

*Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

Según la norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018), se indica que “Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 11”.

Tabla 11

Categoría de las edificaciones y factor U

Categoría	Descripción	Factor U
-----------	-------------	----------

<p>A</p> <p>Edificaciones Esenciales</p>	<p>A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p> <p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado.</p>	<p>Ver nota 2</p>
<p>B</p> <p>Edificaciones Importantes</p>	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p>	<p>1.3</p>

También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.

C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 3
Edificaciones Comunes Temporales		

Nota1. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, (2018)

Nota2. Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5. Fuente: (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Nota3. En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista. Fuente: (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

“Los sistemas estructurales han sido clasificados según los tipos de materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis tanto en “x” como en “y”, tal como se indica en la Tabla 6. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R0 que corresponda” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Tabla 12

Sistemas estructurales

TABLA N°07 SISTEMA

ESTRUCTURALES

SIST. ESTRUCTURAL	S0
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad. Limitada.	4

Nota. Fuente: Norma técnica E.030 diseño sismorresistente (2018)

Según la norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) “Las estructuras se deberán clasificar como regulares o irregulares para los siguientes fines”:

- Cumplir determinadas restricciones
- Establecer los procedimientos de análisis

Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas. Estructuras Regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades. En estos casos, el factor L_a o I_p será igual a 1,0. Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades ya que, Según la norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) “El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_0 y de los factores I_a , I_p ”.

$$R=R_0 *I_a *I_p \text{ (Ecuación 4)}$$

“Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño. Las solicitaciones sísmicas verticales se considerarán en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pretensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

El modelo utilizado para el análisis necesariamente debe considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas y permitan calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura. Las edificaciones de concreto armado y las de albañilería podrán analizarse considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo (Norma técnica E030 diseño sismorresistente, 2018).

Norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) “El peso (P), se calculará sumando a la carga muerta total de la edificación y un porcentaje de la carga viva o sobrecarga según sea el tipo de edificación a analizar”:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c) En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.

e) En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

“Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. Para cada dirección de análisis ha de considerarse aquellos modos de vibración en los que la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, sin embargo, deberá tomarse en cuenta como mínimo los tres primeros modos de vibración predominantes en la dirección de análisis” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) “Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por”:

$$S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * g \quad (\text{Ecuación 5})$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando los valores de C, definidos en el numeral 2.5, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considerará:

$$T < 0.2T_p \quad C = 1 + 7,5 * \left(\frac{T}{T_p}\right) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Norma técnica E030 diseño sismorresistente (2018) “Se podrá obtener la respuesta elástica máxima esperada (r) para las fuerzas internas de cada uno de los elementos estructurales que componen la edificación, para los parámetros de manera global como son cortante basal y de entrepiso, desplazamiento total o parcial por cada piso y momentos de volteo, mediante ciertos criterios de combinación que se indican. La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = 8\beta^2(1 + \lambda)\lambda^3/2(1 - \lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1 + \lambda) \quad \lambda = \omega_j \omega_i \quad (\text{Ecuación 8})$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05

ω_i , ω_j son las frecuencias angulares de los modos i, j

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum r_i^2} \quad (\text{Ecuación 9})$$

“Para cada dirección de sismo analizada, la fuerza cortante en las columnas del primer piso no deberá ser menor que el 80% como se indica en el numeral 1.3.2.7 cuando se trata de una estructura regular, y cuando se trata de una estructura irregular este factor no debe ser inferior al 90% en el primer entrepiso. De ser necesario modificar la fuerza cortante para tener resultados acorde a lo mencionado se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos en el análisis sísmico, excepto los desplazamientos”. (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

“La localización de los centros de masa para cada nivel se calculará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo correspondiente a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. Para cada caso se deberá considerar el signo más desfavorable” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

“Para todas las estructuras calificadas como regulares, el desplazamiento lateral se deberá calcular mediante la multiplicación 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico

con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico” (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 7.

Tabla 13

Limites para la distorsión de entrepisos

Material Predominante	(A_i/h_{ei})
concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Muros de ductilidad limitada	0.005

Nota. Fuente: (Norma técnica E.030 diseño sismorresistente, 2018)

Como enfoque ambiental. (Juarez.D, 2019, pág. 97) en su tesis “Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción” menciona que Dentro del campo de la ingeniería civil se produce uno de los mayores impactos ambientales de entre la mayoría de distintas disciplinas, tanto de manera directa como indirecta, generándose distintos problemas en las distintas etapas de la construcción, desde la concepción y diseño, pasando por la ejecución de

la obra, así como también la extracción de materia prima y la producción de los materiales de construcción, sin olvidarnos de los servicios de abastecimiento y transporte.

El mismo proceso de urbanización es el mayor ejemplo del impacto del hombre sobre la naturaleza. Si consideramos impacto ambiental como cualquier repercusión en el medio ambiente que genera algún cambio notable de sus componentes, afectando su ciclo natural o degradándolo, entonces muchas de las etapas de la construcción vienen produciendo distintos problemas al medio ambiente.

La ejecución de la obra genera mayor impacto que otras fases de un proyecto: se genera una cantidad excesiva de desechos, como restos de fierro, concreto, plásticos, entre otros materiales inorgánicos. Recordemos que muchos de los materiales de construcción vienen envasados y dichos descartables una vez que se usa el material también formarán parte del material a eliminar. De la misma manera, la extracción de la materia prima y la producción de estos materiales tradicionales consumen una gran cantidad de energía, no solo por los equipos de extracción y procesamiento, sino también el transporte de los materiales.

Se genera contaminación del aire por polvo, ruido, emisión de gases, sobre todo si hablamos de la producción de cemento. Es necesario buscar disminuir los efectos del impacto ambiental de la construcción civil, siendo una opción posible el bambú pues su manejo, desde su extracción hasta la eliminación del material excedente no generaría un impacto tan grande como otros materiales tradicionales como el cemento, los ladrillos de arcilla y el acero.

Ante estas situaciones que convergen en un único contexto se propone al bambú como material de construcción alternativo para estructuras de viviendas, aprovechando sus ventajas y cualidades más significativas para este caso, como serían su bajo costo, su adaptación, manejo,

propiedades estructurales, cualidades de uso constructivo sostenible, e indicando las más importantes recomendaciones para aprovechar sus características al mayor nivel posible.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el comportamiento de los elementos estructurales de bambú frente a los de albañilería ante un análisis sismorresistente en una edificación de 2 niveles en la ciudad de Trujillo, distrito de la Esperanza, en el periodo 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar los comportamientos sismorresistentes y la rentabilidad de una vivienda de Bambú frente a una de albañilería confinada en una edificación de 2 niveles en el distrito de la Esperanza -Trujillo,2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis sísmico, diseño y presupuesto de una vivienda tradicional de albañilería confinada de 2 niveles.
- Realizar el análisis sismorresistente, diseño y presupuesto de una residencia ecológica de Bambú de 2 niveles con la finalidad de analizar qué sistema constructivo es más rentable y rápido para su construcción.

1.4. Hipótesis

Esta investigación es de carácter cuantitativo, sin embargo, por su alcance o nivel comprende una metodología Descriptiva – explicativa, basándose en conocimiento sobre el tema y fenómeno en estudio, es por ello que al analizar el tema en estudio, se infiere como hipótesis: Los resultados de Una vivienda de Bambú tienen un mejor comportamiento estructural ante los eventos sísmicos que garantiza resultados factibles y competentes para un estudio sismorresistente y resulta ser un material mucho más rentable en una edificación ecológica de bambú en la ciudad de Trujillo – Distrito de La Esperanza.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El enfoque considerado para la investigación es el cuantitativo, según Lopez.E, (2014, pág. 74) “Los investigadores desarrollan conceptos y comprensiones partiendo de pautas de los datos sin medición numérica para descubrir diferentes variables comenzando sus estudios con interrogantes vagamente formuladas”.

Por lo tanto, El propósito para la investigación es de este enfoque y de tipo aplicada, debido a que de esta manera va de la mano con los diferentes conocimientos alcanzados teóricamente y obteniendo como resultado una forma radical de conocer los distintos beneficios que nos ofrece construcción ecológica de estructuras en bambú en el Perú.

El diseño correspondiente a esta investigación es no experimental, ya que según Aldaz.C, (2014)”es sistemática y empírica en donde las variables de estudio no se manipulan porque los hechos y variables ya ocurrieron y asimismo se utilizará el método descriptivo y solo nos limitaremos a describir, analizar y explicar las variables en estudio”.

La unidad experimental considerada para nuestra investigación está basada en una vivienda ecológica de 2 niveles de 60 m² netamente hecha a base de bambú y una vivienda de albañilería confinada siendo ambas con las mismas características arquitectónicas ubicada en el distrito de la Esperanza-La libertad, las cuales se analizó los aspectos sismorresistentes, diseño, costos y presupuestos.

Donde se buscó analizar el comportamiento y los factores que influyen en un estudio sísmico de ambas la estructura tanto de bambú como de albañilería confinada en el distrito de la Esperanza -La Libertad

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

La población de estudio según Danel.O, (2015, pág. 37) “es un conjunto sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones y acerca de la cual queremos hacer inferencias. Normalmente es demasiado grande para poder acabarlo”

En la presente investigación se consideró como población, todos los modelos de Edificaciones residenciales compuestas a base de bambú y albañilería confinada tanto nacionales e internacionales, que cumplen los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones en el Distrito de la Esperanza - la libertad 2022.

Según Danel.O,(2015, pág. 38) nos dice que “Muestra es la parte de la población a la que tenemos acceso y sobre el que hacemos las mediciones observaciones y procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros”.

Para dicha muestra Para dicha muestra se modelaron ambas edificaciones de 2 niveles con un sistema de bambú y otra con sistema tradicional de albañilería confinada en el Distrito de La Esperanza-La Libertad 2022.ya que según el Ing. Civil Cancino Rodas Cesar Leonidas especialista en el área de estructuras asegura que para llevar acabo el análisis de un proyecto es necesario, analizar una sola estructura ya que tendrá un comportamiento único y en base a los resultados se analizará bajo las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones y se evaluará si cumplen o no el diseño estructural y si tiene las características para ser habitado como una vivienda.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de revisión documental debido al carácter teórico de la investigación. Para ello se recolectó información de diversas normas tales como la N.T.P - E.030 del 2018 (Diseño Sismorresistente), N.T.P E-070 de albañilería, N.T.P - E.0100 (Bambú). Posteriormente usando la información recabada en las normas anteriormente

mencionadas se realizó un análisis dinámico de las estructuras con la finalidad de recabar información sobre el comportamiento estructural de las mismas.

Los instrumentos que se usaron para la recolección de datos fueron las fichas de resumen, los cuadros de registro de información, las matrices descriptivas y las plantillas de datos. Mediante la información obtenida de la revisión documental de normas, códigos de diseño, trabajos de investigación, fichas técnicas y los resultados numéricos que se obtuvieron del software ETABS, SAFE y PRESUPUESTOS.PE.

Para el análisis de documento se utilizó los recursos de una ficha de base de datos. Además, se tuvo en cuenta estudios e investigaciones realizadas por otros autores. Asimismo, Para la selección de los materiales y las consideraciones de cargas, módulo de elasticidad se tomará como referencia la norma E.020 y la E.100 bambú y para el análisis estructural y los parámetros sísmicos a considerar como la zonificación, estudio de suelos, entre otros parámetros se hará uso de la norma E.030 de diseño sismorresistente de acuerdo con el lugar de estudio (la Esperanza -La Libertad).

Los planos arquitectónicos fueron realizados por un arquitecto y ingeniero especialistas que utilizaron el programa AutoCAD software de diseño.

Los parámetros de suelo serán tomadas de una investigación doctoral en la que se ha realizado una zonificación de toda la ciudad de Trujillo de acuerdo con el tipo de suelo que nos sirvió para hacer el análisis sismorresistente.

Para el procesamiento de datos se utilizó los programas de diseño y calculo como.

AutoCAD 2019: Para la llevar a cabo los planos estructurales de las edificaciones a analizar.

ETABS V.18: Las estructuras fueron modeladas, analizadas y diseñadas por el método de elementos finitos, lo cual se concretará con el programa ETABS V18.0, ya que según especialistas en la rama es una herramienta eficaz para el análisis y diseño de elementos estructurales.

SAFE: En este se utilizó para análisis y dimensionamiento de losas y cimentaciones de hormigón armado ya que ingenieros estructurales lo recomiendan porque brinda resultados más exactos respecto a etabs.

PTC Mathcad prime.6.0: se hizo uso de este poderoso software ya que según especialistas es una Norma en cálculos de ingeniería y documentación técnica y es una potente herramienta con todas las prestaciones de las hojas de cálculo, los procesadores de texto, el software de presentaciones y las aplicaciones de programación, con la ventaja de incluir potentes prestaciones de cálculo en formato legible para el usuario.

Microsoft Excel 2020: Se utilizó el software Excel, porque es uno de los programas de cálculo más manejable y se adecua a la accesibilidad a nuestra base de datos mediante la elaboración de cuadros y gráficos que nos servirá para calcular y analizar nuestras diferentes variables de estudio de las edificaciones de 2 niveles de bambú y albañilería confinada en el distrito de la Esperanza.

PRESUPUESTO.PE: se hizo uso de este programa para elaboración y programación de presupuestos de obra ya que es más cómodo trabajar en ello y no se pierde información al momento de compartir con otros usuarios y no requiere de descargar al ordenador.

Los datos procesados serán desarrollados y analizados según nuestra norma E.030 del RNE para el caso del control de las derivas de entre piso y desplazamientos permisibles y Además se utilizarán cuadros y gráficos para la comparación de los diferentes resultados obtenidos como por ejemplo (desplazamientos, ratios de torsión, derivas, fuerzas internas, cortante en la base y Modos

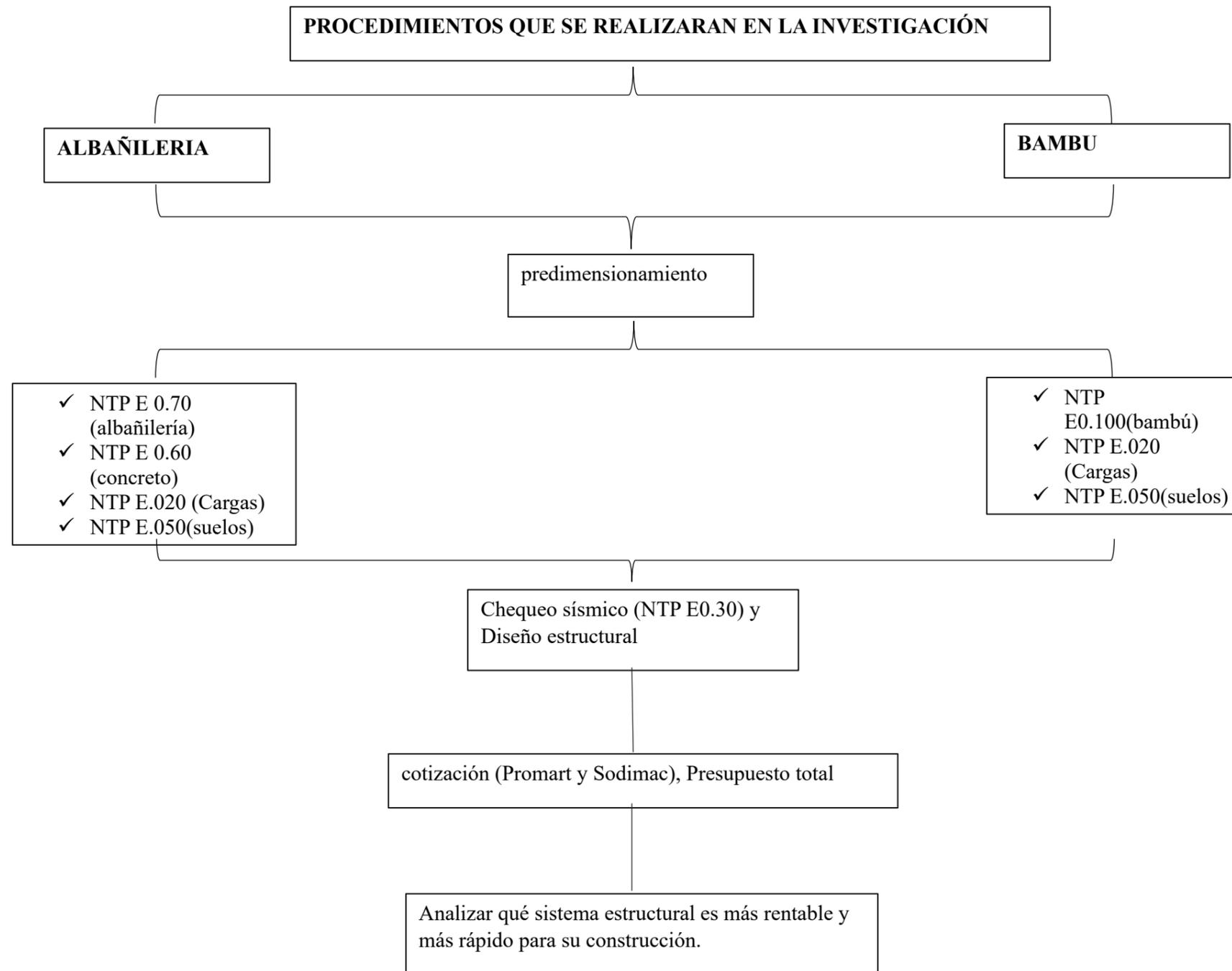
de vibración). Y se hará uso de la norma E.060, E.070 y E.0100 para el diseño de elementos estructurales.

Aspectos Éticos de la investigación:

Como sabemos los aspectos éticos son muy importantes en la vida profesional es por ello por lo que para esta investigación se ha realizado con mucha honestidad sin fines de lucro, respetando en todo momento las normas establecidas en la universidad y citando a los autores de los textos utilizados. para de esta manera poder reforzar el conocimiento con respecto a los temas que están siendo tratados, esto con la finalidad de garantizar una buena conducta ética sujeta al cumplimiento de la ley.

Asimismo, Las políticas públicas hacen posible el desarrollo de esta investigación ya que no afecta negativamente en ningún aspecto debido a que dicha información será usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

2.4. Procedimiento



Para el desarrollo de la presente investigación se tomó una edificación a nivel de proyecto de vivienda unifamiliar de 2 pisos compuesto a base de elementos de bambú y una de albañilería confinada (ambas con el mismo diseño arquitectónico). Cuyas dimensiones en el plano son de 11.25 m x 5.4 m, con alturas de entrepiso de 2.8 m. Ubicada en el distrito de la Esperanza, de la provincia de Trujillo, departamento la Libertad. Donde el primer nivel de la vivienda está conformado por 1 sala, comedor y cocina, SS. HH y el 2do nivel se encuentran 3 dormitorios y un SS. HH donde Las características de arquitectura en planta del edificio se muestran en las figuras 6 y 7.

Para el diseño en albañilería confinada propuesto para el trabajo de investigación se tomará en cuenta la NTP. E.070 de Albañilería y de la NTP. E.060 de concreto armado para determinar diferentes factores como: la densidad de muros en ambas direcciones (x,y) y el diseño de los elementos estructurales que se realizará en el software Etabs. Asimismo para el análisis sismorresistente se hará uso en todo momento de la norma E.030 y para las cargas vivas y muertas de la edificación tendremos en cuenta la norma E.020 y para el predimensionamiento de los elementos estructurales como: losas aligeradas, columnas, vigas, escaleras, zapatas y vigas de cimentación se tomará en cuenta algunos métodos planteados por el Doctor: Genner Villareal Castro en sus libros de “Diseño de Edificaciones de Concreto Armado” y “construcciones de albañilería.

Para el diseño en vivienda en Bambú nos guiaremos de la NTP. E.0100 de Bambú empleando los softwares como Etabs, Safe y Mathcad prime y se hará uso de la norma E.030 para el análisis sismorresistente y la norma E.020 para las cargas vivas y muertas de la edificación y para el predimensionamiento de los elementos estructurales de bambú como: columnas, vigas, zapatas y vigas de cimentación se tomará en cuenta algunas investigaciones nacionales e internacionales realizadas con respecto al bambú estructural.

La configuración de la vivienda a analizar cumple con las condiciones mínimas para tener un comportamiento sísmico acorde a los principios del diseño sismorresistente planteados en la NTP E.030 como son:

- ✓ Evitar pérdida de vidas humanas.
- ✓ Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- ✓ Minimizar los daños a la propiedad.

También cumple con la concepción estructural sismorresistente como:

- ✓ Simetría en la distribución de masas como rigidez
- ✓ Peso mínimo y disminución de peso en los pisos altos.
- ✓ Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- ✓ Resistencia adecuada frente a cargas laterales.

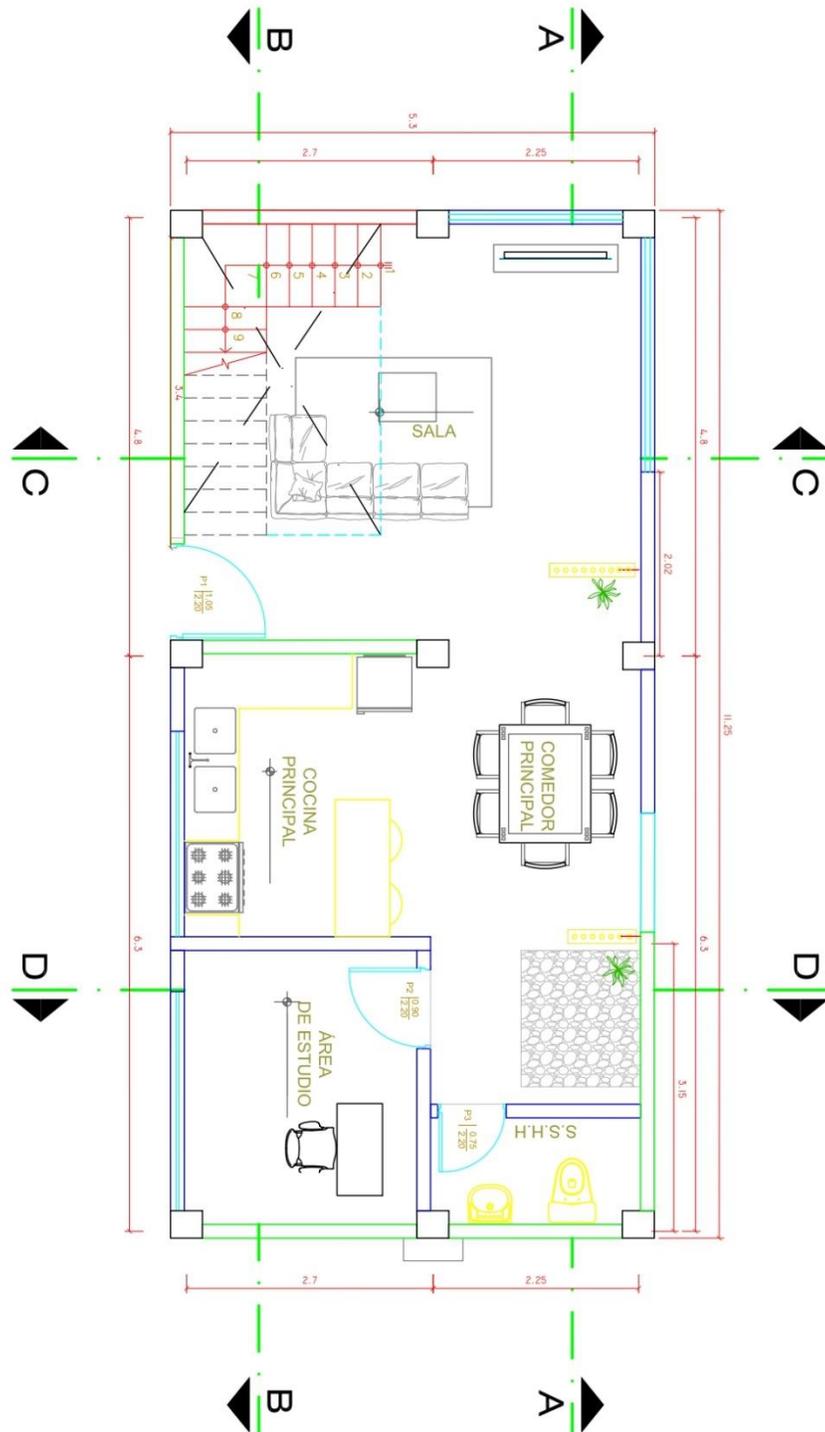
- ✓ Continuidad estructural tanto en planta como en elevación, lo cual para el modelo planteado se tiene una ligera irregularidad en planta, pero para ello se ha utilizado un factor de irregularidad de 0.9.
- ✓ Ductilidad (capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico).

Análisis y Diseño en Albañilería Confinada

El diseño en albañilería confinada propuesto para este trabajo de investigación cumple con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, los materiales de construcción planteados en la NTP. E.070 Albañilería, además se ha tomado algunas consideraciones para el predimensionamiento y para el análisis planteado por el Doctor: Genner Villareal Castro en sus libros de “Diseño de Edificaciones de Concreto Armado” y “construcciones de albañilería”.

A continuación, se presentan los planos en planta de la edificación a analizar.

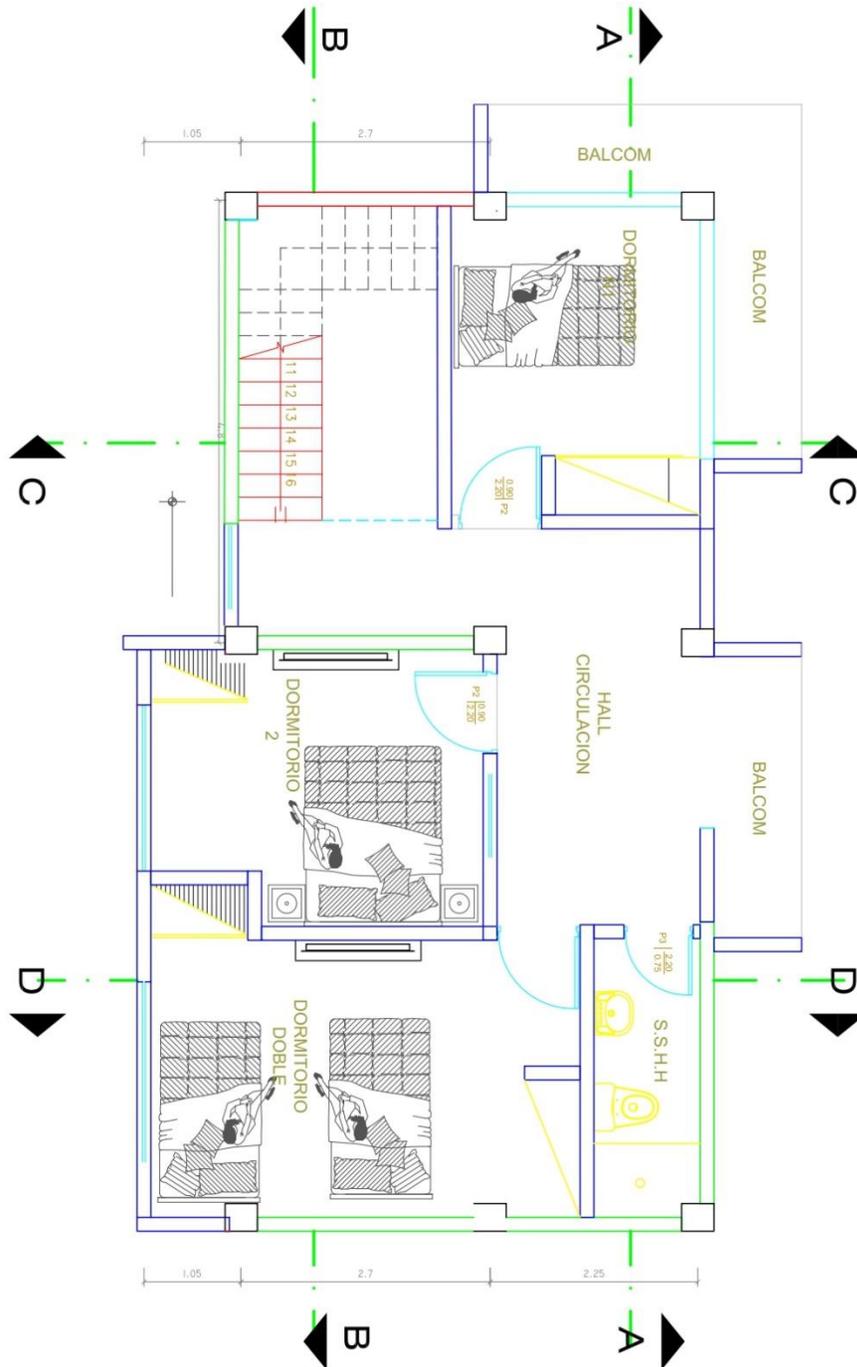
FIGURA 6
Plano De Primer Piso- Albañilería



Fuente: Ing. Civil Especialista en Diseño de Estructuras de Concreto Armado, Albañilería Acero y Bambú.

FIGURA 7

Plano en Planta de segundo nivel-Albañilería



Fuente: Ing. Civil Especialista en Diseño de Estructuras de Concreto Armado, Albañilería Acero y Bambú

Descripción de las propiedades de la albañilería, concreto y acero de refuerzo que fueron empleados para el análisis sismorresistente y diseño.

➤ Albañilería

- Ladrillos clase IV sólidos (< 30% de huecos), tipo King Kong Industrial de arcilla, $t=13\text{cm}$,
 $f^{\prime}b= 145\text{kg/cm}^2$
- Mortero: relación cemento – arena 1 : 4 (muros portantes)
- Pilas: resistencia característica a compresión= $f^{\prime}m= 65 \text{ kg/cm}^2= 650\text{tn/m}^2$
- Muretes: resistencia característica a corte puro = $V^{\prime}m = 8.1 \text{ kg/cm}^2= 81 \text{ tn/m}^2$
- Módulo de elasticidad= $E_m = 500f^{\prime}m = 32,500 \text{ kg/cm}^2= 325,000\text{tn/m}^2$
- Módulo de corte = $G_m = 0.40E_m = 13,000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson = $\nu = 0.25$

➤ Concreto

- Resistencia nominal a compresión = $f^{\prime}c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad = $E_c = 200,000 \text{ kg/cm}^2 = 2^{\prime}000,000 \text{ ton/m}^2$
- Módulo de Poisson = $\nu = 0.15$

➤ Acero de refuerzo

- Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia = $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ ton/cm}^2$.

Para el previo análisis de elementos estructurales es necesario realizar un predimensionamiento de los elementos estructurales que lo componen la estructura.

✓ LOSA ALIGERADA

Se dimensionará de la siguiente manera.

FIGURA 8

Predimensionamiento De Losas

LUZ	ESPESOR LOSA	LADRILLO
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

$$L_n := 5.5 \text{ m} \quad \text{Espesor} := \frac{L_n}{25} = 22 \text{ cm}$$

Donde

h: Espesor de la losa aligerada

L_n : Luz libre del tramo

Donde las dimensiones de la losa aligerada serán un espesor de 25cm y se utilizará ladrillos de 30cm x 30cm x 15cm

VIGAS PRINCIPALES

Las dimensiones del prediseño de las vigas principales se calcularon con las siguientes expresiones:

Donde:

h : Peralte de la viga

L_n : Luz libre de viga

b_w = Base de viga

Peralte debe ser igual a:

$$h \geq \frac{Ln}{10} \text{ a } \frac{Ln}{12}$$

Base debe ser igual a:

$$0.3 \cdot h < b_w < 0.5 h$$

En nuestro proyecto la viga principal tiene una luz libre de 5.92 m lo cual lo corresponde las siguientes dimensiones.

$$Ln := 5.92 \text{ m} \quad h := \frac{Ln}{11} = 54 \text{ cm} \quad b := 0.5 \cdot h = 27 \text{ cm}$$

Medidas finales de vigas serian

$$V1 = 55 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$$

$$V2 = 30 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

✓ **Predimensionamiento Escalera**

Las dimensiones de la escalera a utilizar se calcularán de la siguiente manera:

$$t \geq \frac{h}{25}$$

$$t := \frac{h}{25} = 11.2 \text{ cm}$$

Donde:

h: Altura entre pisos

t: Espesor de garganta de escalera

Se considerará espesor de 12 cm, lo que permitirá una mejor distribución de acero. Y se utilizará contrapasos de 0.17, y pasos de 25 cm.

✓ **Muros de Albañilería**

Las condiciones que deberán considerarse para los muros portantes serán las siguientes:

- Continuidad estructural
- Muros confinados de longitud menor a 5 m
- Muros contribuyentes se consideran los de longitud mayor a 1.20m.
- Separación mediante juntas con alfeizar para evitar efecto de columnas corta
- Todos los muros arriostrados con elementos verticales y horizontales de concreto armado.

✓ **Espesor efectivo “t”:**

Para el cálculo del espesor mínimo de muros portantes se usará la siguiente expresión, extraída de la NTP E.0.70, la cual dependerá de la zona sísmica donde se ubica la edificación

Donde:

h : Altura libre entre elementos de arriostre Horizontales

t: Espesor efectivo de muro

ZONAS SISMICA 1,2,3,4

$$t := \frac{h}{20}$$

ZONAS SISMICA 1

$$t := \frac{h}{25}$$

Como el modelo a analizar se encuentra en Trujillo (Zona 04) se utilizará la siguiente expresión:

$$h := 2.8 \text{ m}$$

$$t := \frac{h}{20} = 0.14 \text{ m}$$

Por lo tanto, el espesor de los muros portantes que cumplen con la densidad de muros son de 23 cm.

✓ **Densidad Mínima de Muros Confinados**

La NTP E.070 del RNE nos da la siguiente expresión para determinar la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección de un edificio.

$$\sum \frac{L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde:

L= Longitud de muros, incluye columnas (solo intervienen muros con $L > 1.2\text{m}$)

t= Espesor efectivo de muros

Z= Factor de Zona Sísmica

U= Factor de Uso o Importancia de la edificación

S= Factor de amplificación del Suelo

N= Número de Pisos del Edificio

El valor de estos factores será extraído de la NTP E.030 “Diseño Sismorresistente”.

Z= 0.45 Correspondiente a la zona sísmica 4

U= 1 Edificio de uso común

S= 1.05 Se asumió un suelo intermedio S2.

N= 2 Número de pisos

Reemplazando en la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$Densidad.Minima := \left(\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} \right) \cdot 100 = 1.69 \quad \%$$

En la Tabla N°14 Se hace el cálculo de la densidad de muros dirección X-X como en dirección Y-Y.

Tabla 14

Densidad de Muros para el modelo planteado

Densidad de Muros en 1er y 2do PISO							
Dirección EJE x				Dirección EJE y			
MURO	L(m)	T(m)	lt(m2)	MURO	L(m)	T(m)	lt(m2)
X0	3.05	0.23	0.7015	Y0	1.9	0.23	0.437
X1	3.35	0.23	0.7705	Y1	2.34	0.23	0.538
				Y2	1.9	0.23	0.437
sumatoria=			1.472	sumatoria=			1.412
Área de casa			60	Área de casa			60 m2
=				=			
Densidad de muros =			2.45 %	Densidad de muros =			2.35 %
			cumpl e				cumpl e

Nota. Como se puede apreciar en la tabla que la densidad de muros cumple para las dos direcciones (x, y), Fuente propia

La densidad de muros para la dirección X-X y Y-Y es mayor al mínimo y cumple con lo Especificado en la NTP E.070.

A continuación, se pasará a describir las propiedades y cargas de los elementos que lo componen la estructura.

Los Materiales utilizados en el programa Etabs nos permite calcular el peso del esqueleto haciendo el producto del peso específico y el volumen de cada elemento estructural (columnas, muros y vigas), el peso de cada losa se ingresará de forma manual.

El peso que tienen las losas es trasladado a las vigas según su definición si es en una o dos direcciones y según su ancho tributario,

Respecto a la tabiquería fija esta será ingresada como cargas uniformes distribuidas en el lugar correspondiente

Seguidamente, se detalla la información ingresada ala modelo:

• **Carga Muerta:**

- Concreto $\gamma_c := 2.40 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-3}$
- Albañilería $\gamma_{alb} := 1.80 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-3}$
- Aligerado unidireccional $e_{losa} := 20 \text{ cm}$ $w_{aligld} := 300 \text{ kgf} \cdot \text{m}^{-2}$
- Acabado de pisos $w_{acbpiso} := 100 \text{ kgf} \cdot \text{m}^{-2}$
- Revestimiento cielo raso $w_{cielorasos} := 50 \text{ kgf} \cdot \text{m}^{-2}$

• **Carga Viva**

- Habitaciones y corredores $w_v := 0.20 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$
- Azotea $w_{azotea} := 0.10 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

Propiedades de los materiales

- -Concreto

Resistencia a la compresión $f'_c = 2100 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

Módulo de elasticidad $E_c := 15000 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \text{k}^{-1} = 2173706.512 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

Módulo de poisson $\nu_{\text{poisson_concreto}} := 0.15$

- -Albañilería

Módulo de elasticidad $500 E_m = 325000 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

Resistencia al corte $\nu'_m = 81 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

Módulo de poisson $\nu_{\text{poisson_albañilería}} := 0.20$

FIGURA 9

Asignación De Cargas Muertas Al Modelo

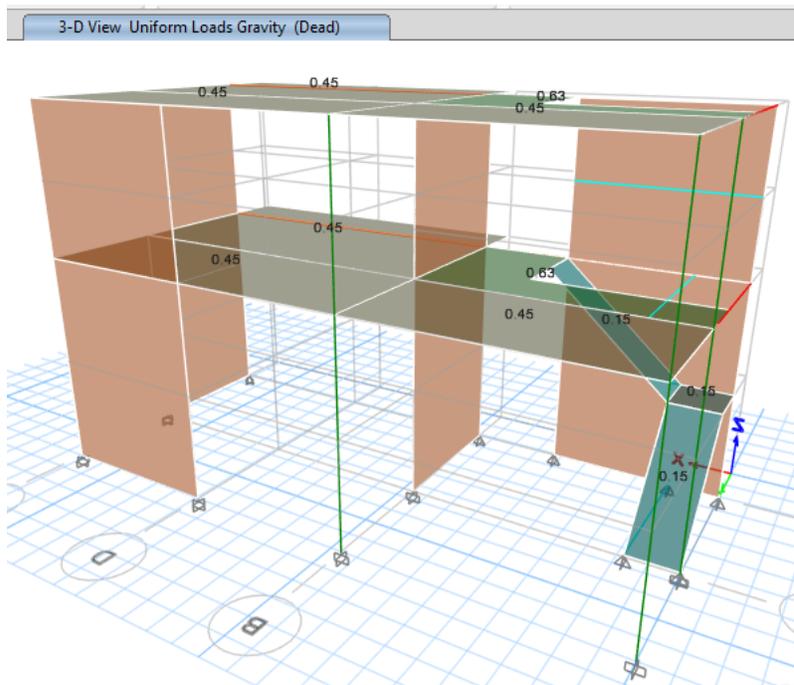


FIGURA 10
Asignación de Cargas Vivas al Modelo

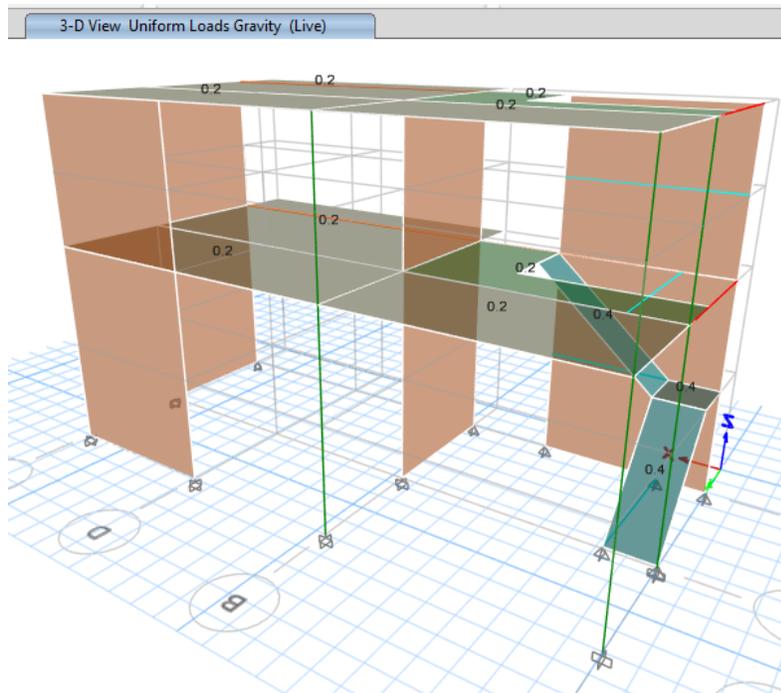
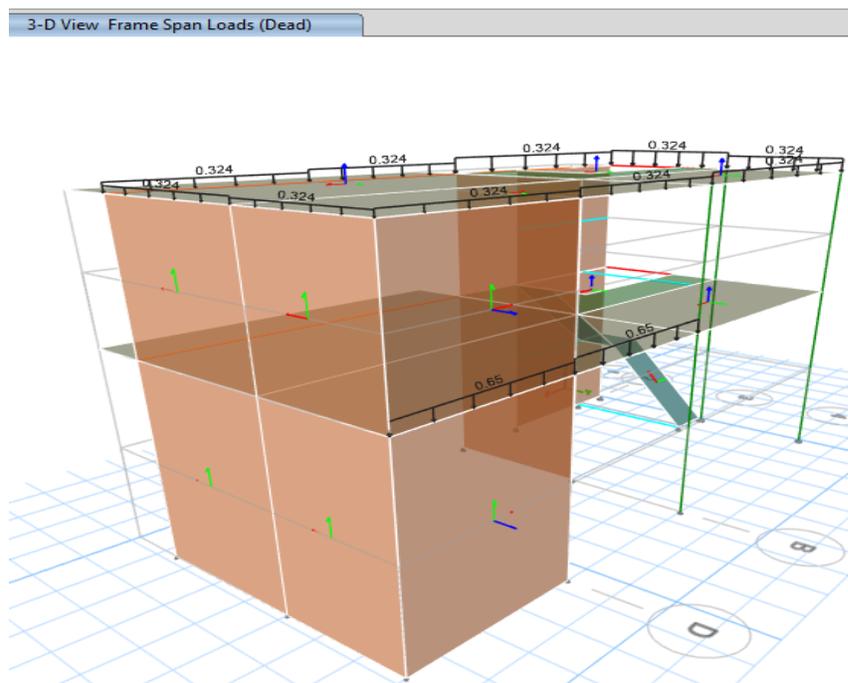


FIGURA 11
Asignación de Cargas Permanentes en la Estructura



Espectro de pseudo-aceleración

En el artículo 29.2.1 de E.030 nos indica que para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleración definido por:

$$S_a := \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Además, el coeficiente de Reducción de las fuerzas sísmicas (R) está definido como el producto del coeficiente R_o determinado a partir de la tabla N°7 y de los factores I_o, I_p obtenidos de las tablas N° 8 y N° 9.

$$R := R_o \cdot I_o \cdot I_p$$

FIGURA 12

Periodo Fundamental de la estructura de Albañilería

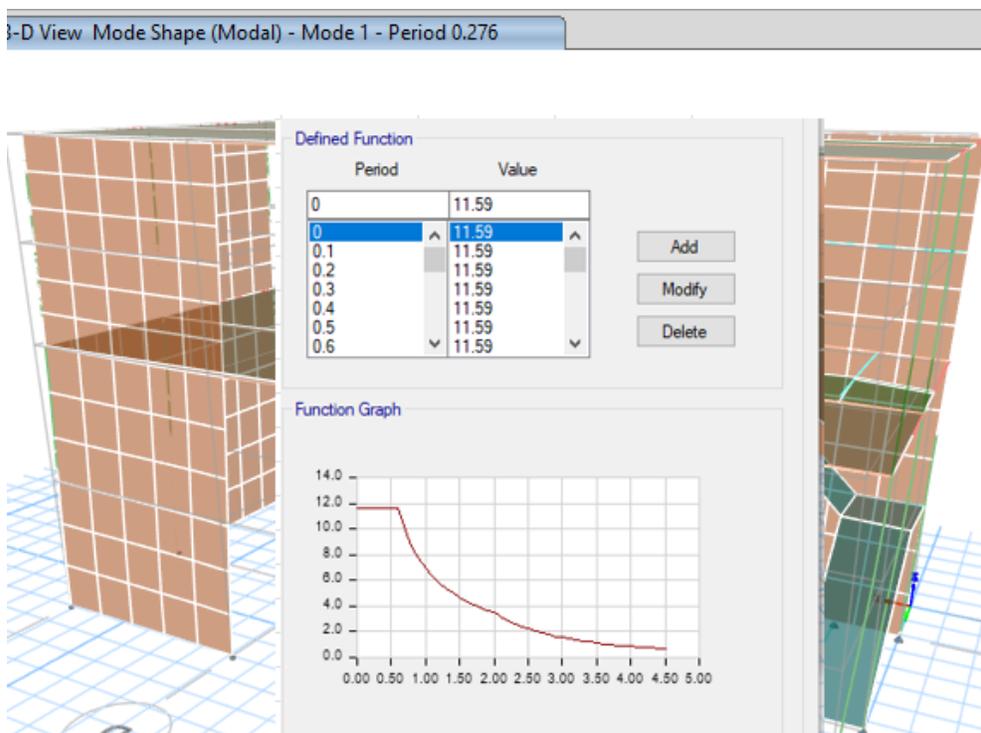


Tabla 15

Derivas en la dirección x-x más cortante dinámico

Piso	UX	UX REL	he	$\Delta i/he$	Deriva adm	Deriva	V _x Tonf
	m	M	(m)			<0.005_Albañileria	
2	0.019658	0.005995	2.8	0.002141071	0.005	CUMPLE DERIVA	13.2226
1	0.013663	0.013663	4	0.00341575	0.005	CUMPLE DERIVA	22.7105

Nota: las derivas son menores a 0.005 y cumplen con lo establecido en la norma E.030 en el sentido

“X” de nuestro modelo. Fuente Propia.

FIGURA 13

Derivas de Entrepiso X-X

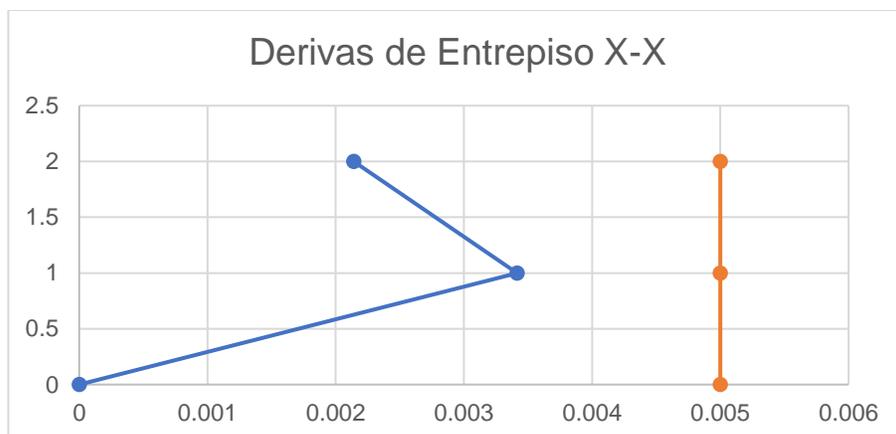


Tabla 16

Derivas en la dirección y-y más cortante dinámico

Piso	UX	UX REL	he	$\Delta i/he$	Deriva adm	Deriva	V _y Tonf
	m	M	(m)			<0.005_Albañileria	
2	0.015531	0.005273	2.8	0.001883214	0.005	CUMPLE DERIVA	14.0897
1	0.010258	0.010258	4	0.0025645	0.005	CUMPLE DERIVA	23.421

Nota: las derivas son menores a 0.005 y cumplen con lo establecido en la norma E.030 en el sentido

“Y” de nuestro modelo. Fuente Propia.

FIGURA 14

Derivas de Entrepiso Y-Y

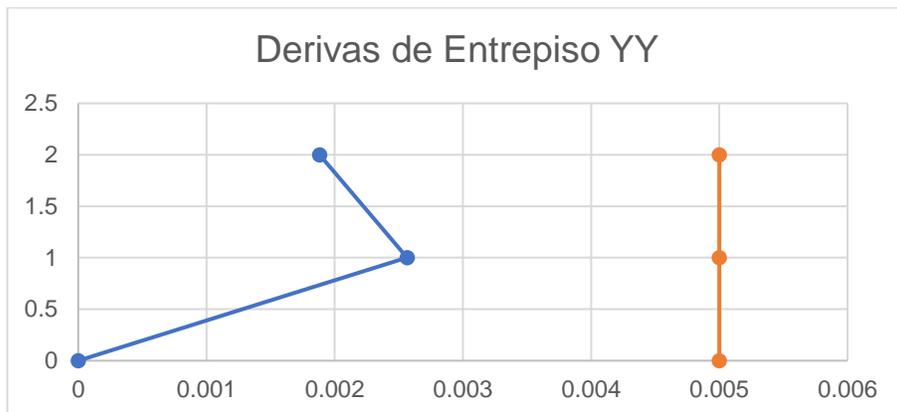


Tabla 17

verificación De torsión en la dirección (X-X) que sea Menor a 1.3m

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direc tion	Max Drift(m)	Avg Drift(m)	Ra tio
Story2	Adinxx	LinResp Spec	Max	X	0.001286	0.001129	1.139
Story1	Adinxx	LinResp Spec	Max	X	0.002631	0.002193	1.203

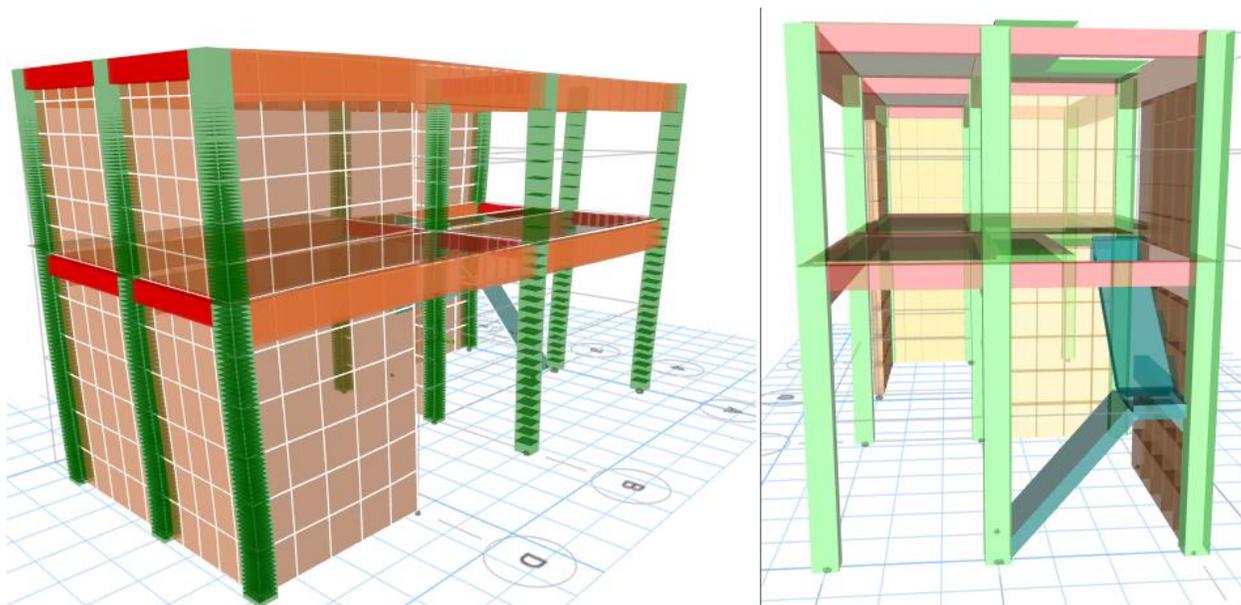
Tabla 18

verificación De torsión en la dirección (Y-Y) que sea Menor a 1.3m

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direc tion	Max Drift(m)	Avg Drift(m)	Ra tio
Story2	Adin yy	LinResp Spec	Max	Y	0.00161	0.001311	1.228
Story1	Adin yy	LinResp Spec	Max	Y	0.002329	0.001986	1.173

FIGURA 15

Modelos Finales 3D de Albañilería



DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA LA EDIFICACION DE ALBAÑILERIA.

Diseño de cimentación

Datos iniciales:

Para el diseño de la cimentación se tiene en cuenta la siguiente información:

Capacidad portante $q_{adm} := 1.5 \frac{kgf}{cm^2}$

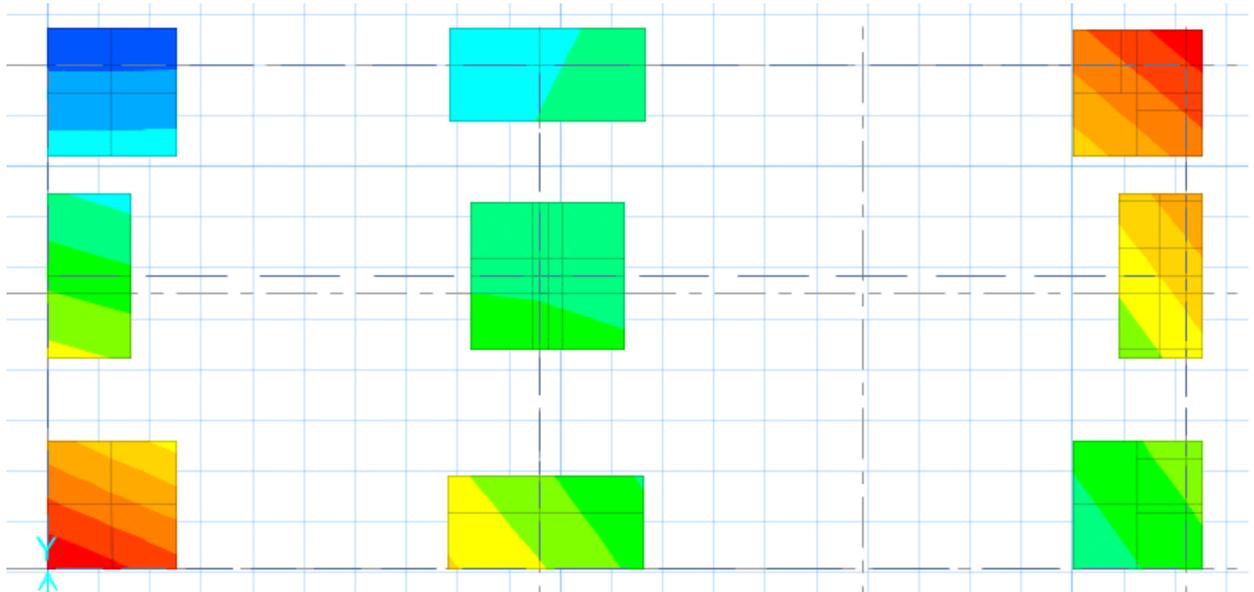
El desplante de la cimentación $d_f := 1.50 m$

Verificación de presiones bajo condiciones de servicio

Para el chequeo de presiones y diseño de las zapatas se hará uso del programa SAFE, en las siguientes figuras se muestra las dimensiones de las zapatas y los esfuerzos que actúan en el suelo debido a carga muerta y viva. Por lo tanto, los esfuerzos actuantes en el suelo deben ser menor a la capacidad admisible del terreno.

FIGURA 16

Precorrida de Zapatas Mediante Combinación de Servicio en SAFE



-Para el diseño del acero en zapatas debemos tomar en cuenta los Momentos Flectores.

FIGURA 17

Momentos Flectores Para Diseño en Zapatas

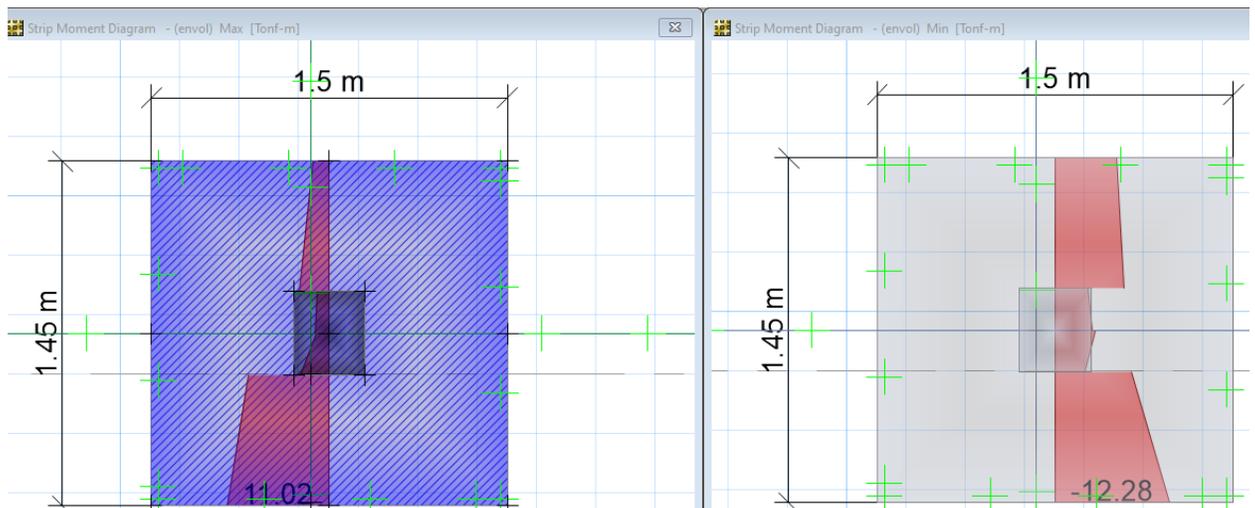


Tabla 19

Diseño de Zapatas

DISEÑO ZAPATA										
									1/2'	1/2'
ZAPATA	H (cm)	d(cm)	b(cm)	Mn (tonf- m)	Sm	Mn CS (tonf- m)	AS	Ro	S(m)	S(final)
As Inf XX	60	50	145	9.41	60416.67	11.64	5.02	0.0009	0.28	0.25
ZAPATA	H (cm)	d(cm)	b(cm)	Mn (tonf- m)	Sm	Mn CS (tonf- m)	AS	Ro	S(m)	S(m)
As Inf YY	60	50	150	11.02	62500.00	12.05	5.88	0.0010	0.25	0.25

Nota. Como se puede apreciar el reparto final es [1/2@0.25](#) en las zapatas de ejemplo, las restantes siguieron el mismo proceso.

DISEÑO DE LOSAS

Para el diseño de losas se utilizó el programa Safe donde a continuación se muestra el modelo matemático, las cargas empleadas son $w_{alig1d}=0.3 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$ $w_v=0.2 \text{ Tonf} \cdot \text{m}^{-2}$

FIGURA 18

Momentos Flectores para Diseño en Losas

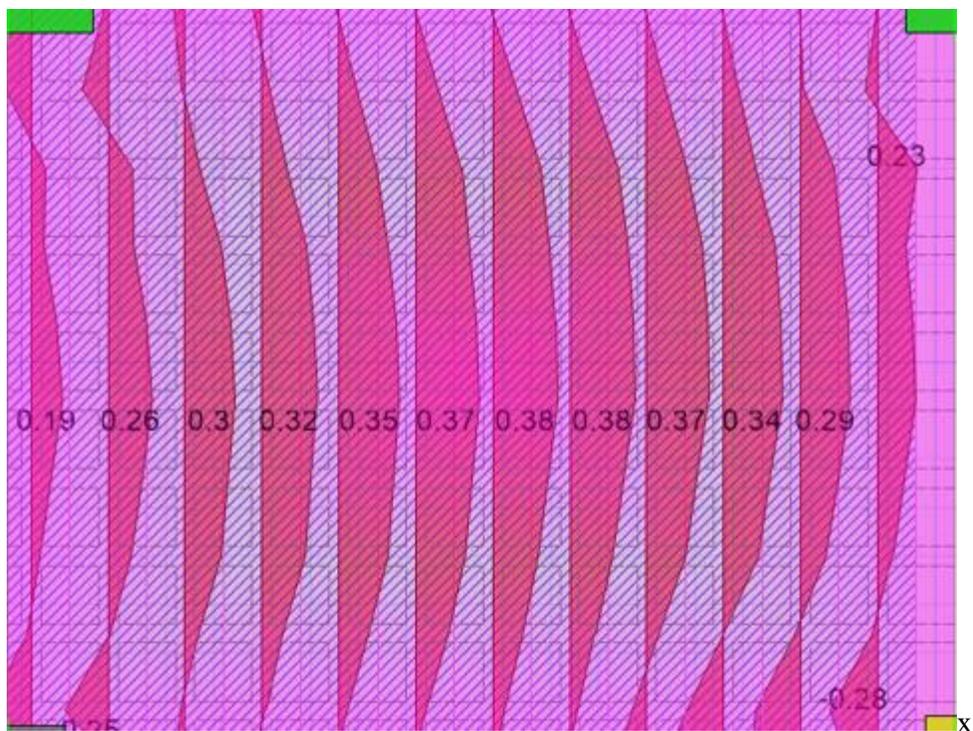


Tabla 20

Diseño Por Flexión Del Paño Más Desfavorable

Aligerado	H (cm)	d(c m)	b(c m)	COMBINAC IÓN	M U (to n- m)	AS (cm ²)	AS máx.(cm ²)	AS min(cm ²)	
X	POSITIV O	20	17	10	CU	0.2 6	0.42	2.70	0.56
	POSITIV O	20	17	10	CU	0.3 6	0.58	2.70	0.56
	NEGATI VO	20	17	10	CU	0	0	2.70	0.56
	NEGATI VO	20	17	10	CU	0.5 6	0.93	2.70	0.56
	NEGATI VO	20	17	10	CU	0	0	2.70	0.56
Y	POSITIV O	20	17	10	CU	0.3 8	0.62	2.70	0.56

Nota: Para este diseño de losas se emplearán varillas de ½” y el acero de temperatura de ¼”

@25cm

Tabla 21

Diseño Por Corte

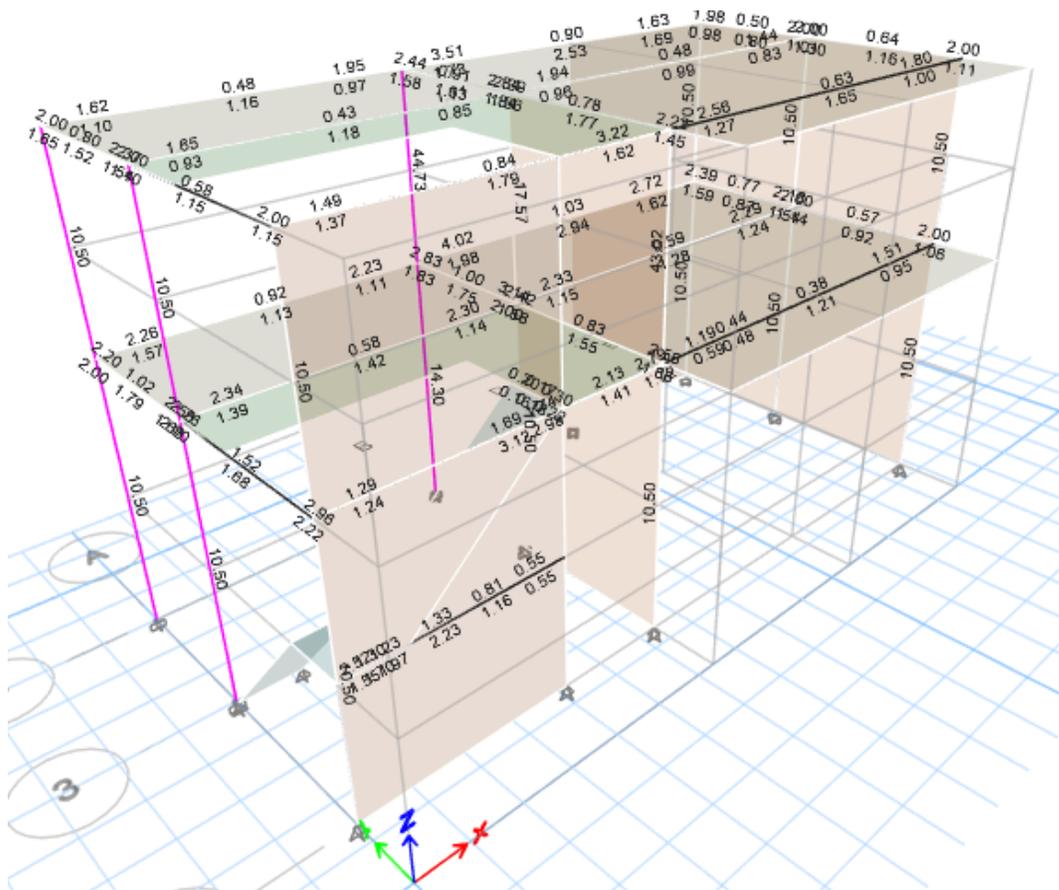
Aligerado	H (cm)	d(cm)	b(cm)	COMBINACIÓN	vu(tonf)	phiVc (Tonf)	
	20	17	10	CU	0.85	1.22	OK

DISEÑO DE VIGAS

El diseño de vigas se hizo asistido por computadora, se muestra el requerimiento de acero para las vigas de cada bloque.

FIGURA 19

Área de Acero en Vigas Asistido por Computadora en Etabs

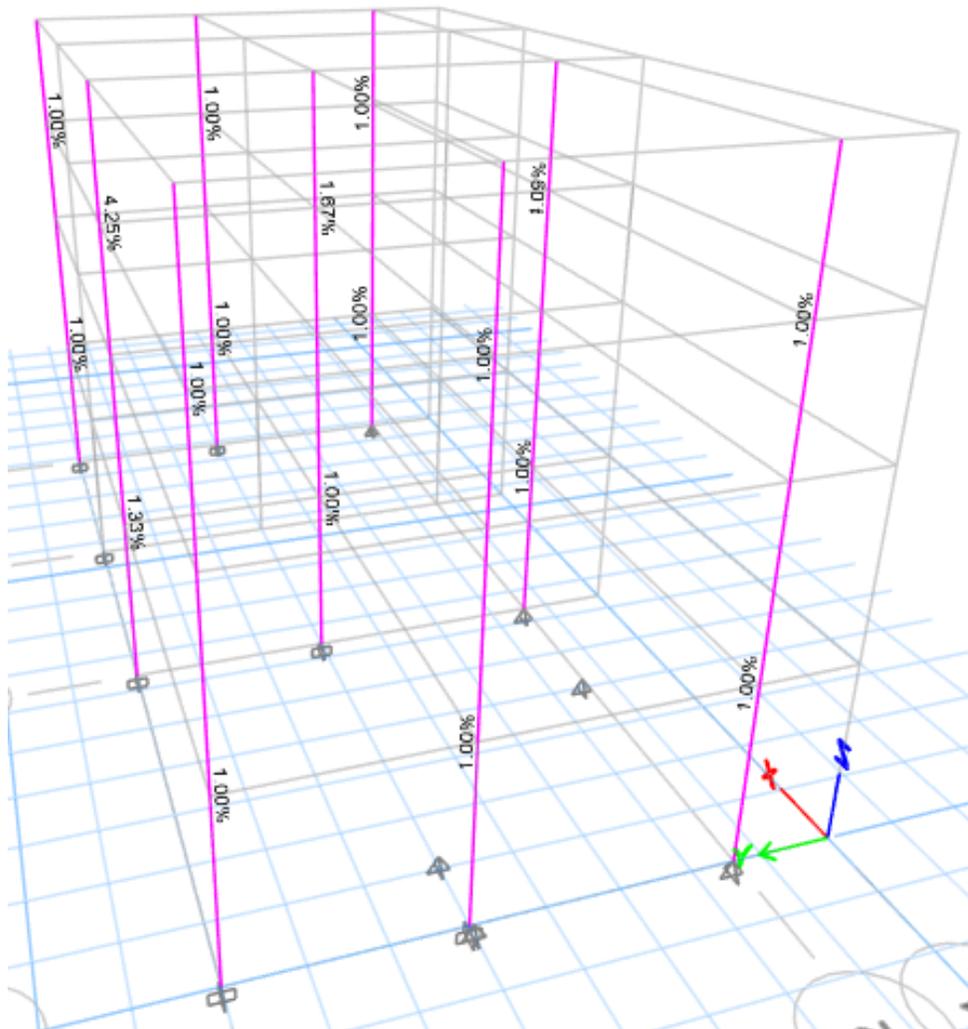


DISEÑO DE COLUMNAS

Para el diseño de las columnas se hizo por flexo compresión, corte y la estimación de la cuantía de diseño requerida, donde finalmente se usó la cuantía mínima requerida es decir 1%.

FIGURA 20

Cuantía en Columnas Asistido por Computadora en Etabs.



NORMAS UTILIZADAS

Las normas utilizadas son las del reglamento nacional de edificaciones a continuación se listan según sus códigos.

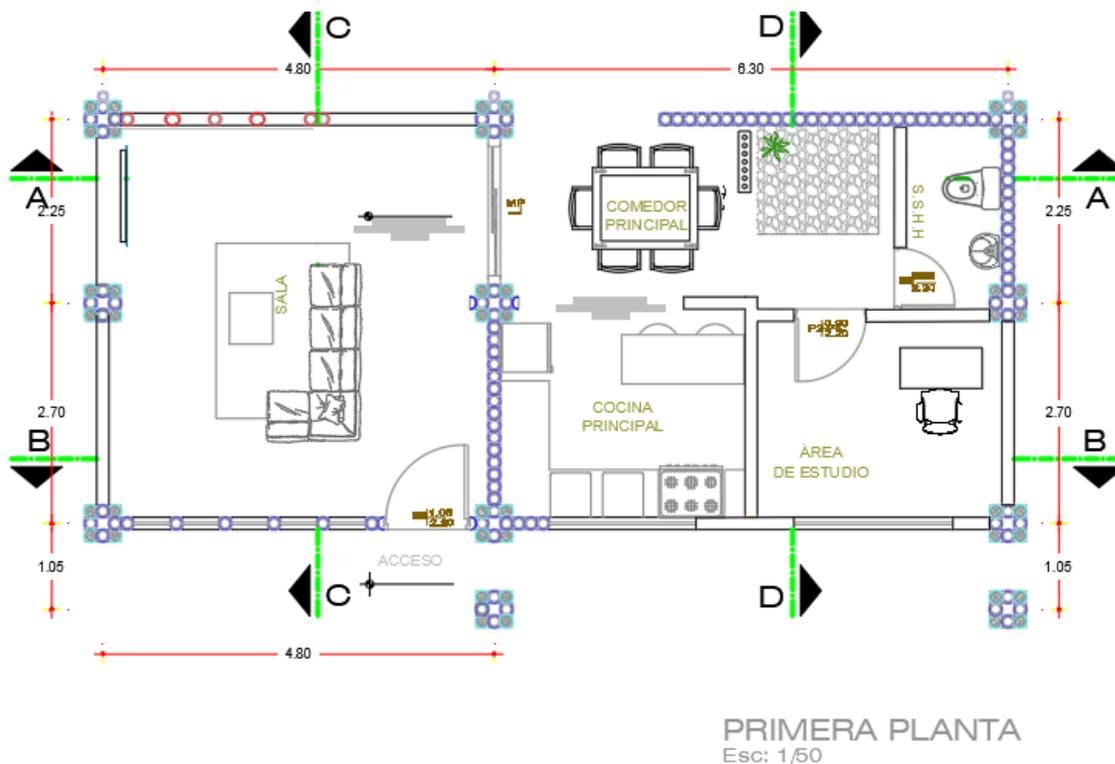
- E020 CARGAS
- E030 SISMORRESISTENCIA
- E050 SUELOS
- E060 CONCRETO ARMADO
- E070 ALBAÑILERIA

DISEÑO DE EDIFICACION ECOLÓGICA DE BAMBÚ

Para este diseño de la vivienda de bambú se tomarán en cuenta las normas E.0100 especialmente de BAMBÚ y la norma E.030 de sismorresistencia para ello presentamos nuestros Planos Generales de la Vivienda ecológica y distribución de elementos estructurales.

FIGURA 21

Plano en Planta en Primer y Segundo piso -BAMBU



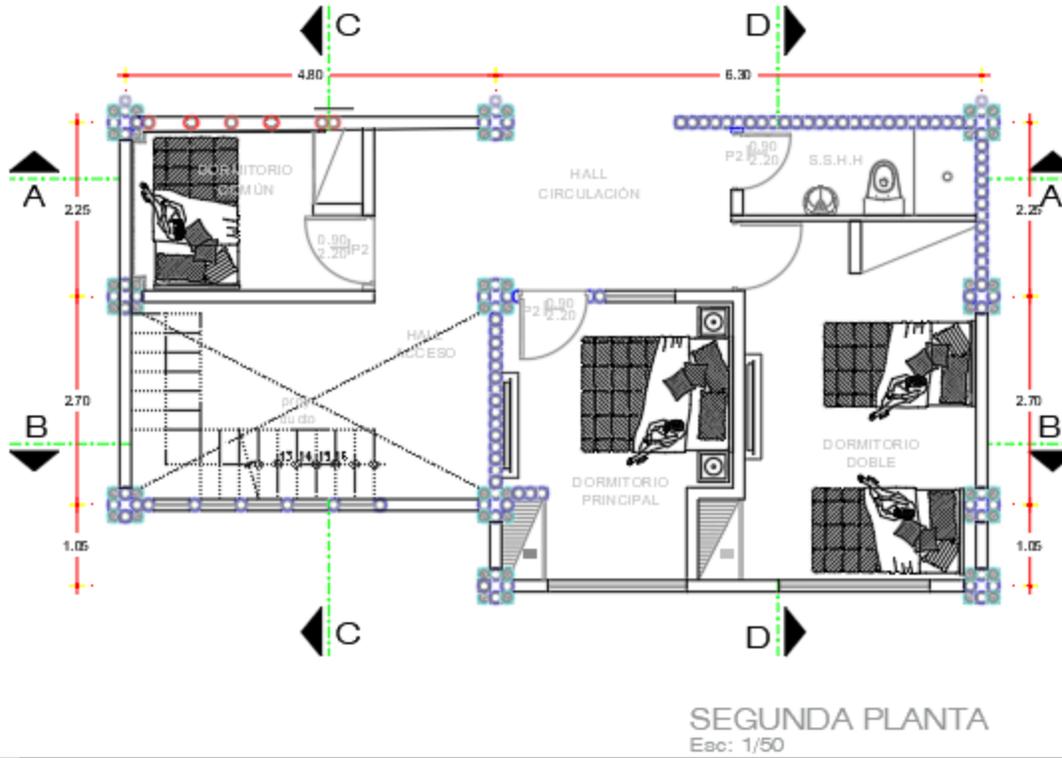
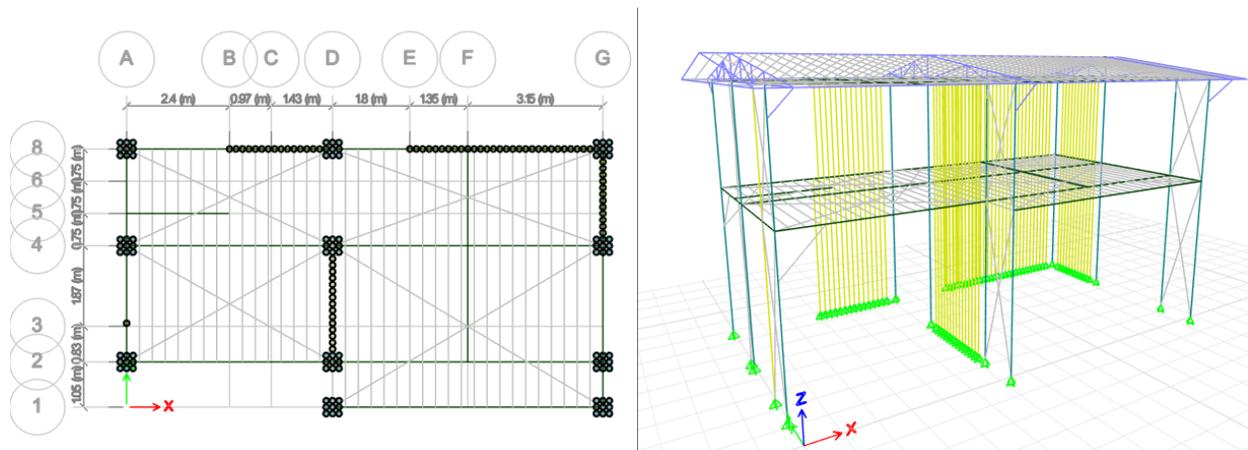


FIGURA 22

Plano en Planta y Modelado 3D En Etabs.



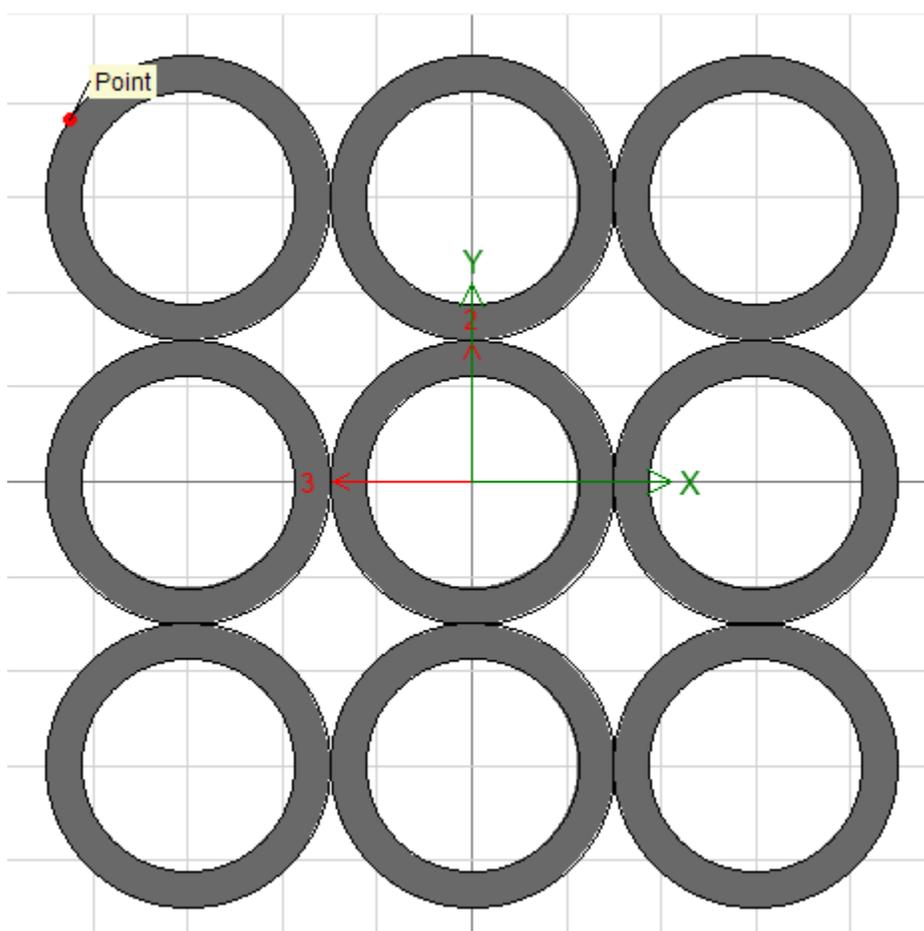
Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

Siguiendo el desarrollo de la investigación se definió las secciones tanto vigas como columnas para nuestro modelo siguiendo los pasos como:

Define/Section Properties/ Frame sections en este caso como son secciones que no se encuentran predefinidas por el programa se debe ingresar a crear nueva sección rellenando los respectivos campos como base de material que es bambú el que creamos anteriormente y hacemos click en Section Designer. apartir de las dimensiones del material que vamos a utilizar creamos los diferentes tipos de secciones necesarios.

FIGURA 23

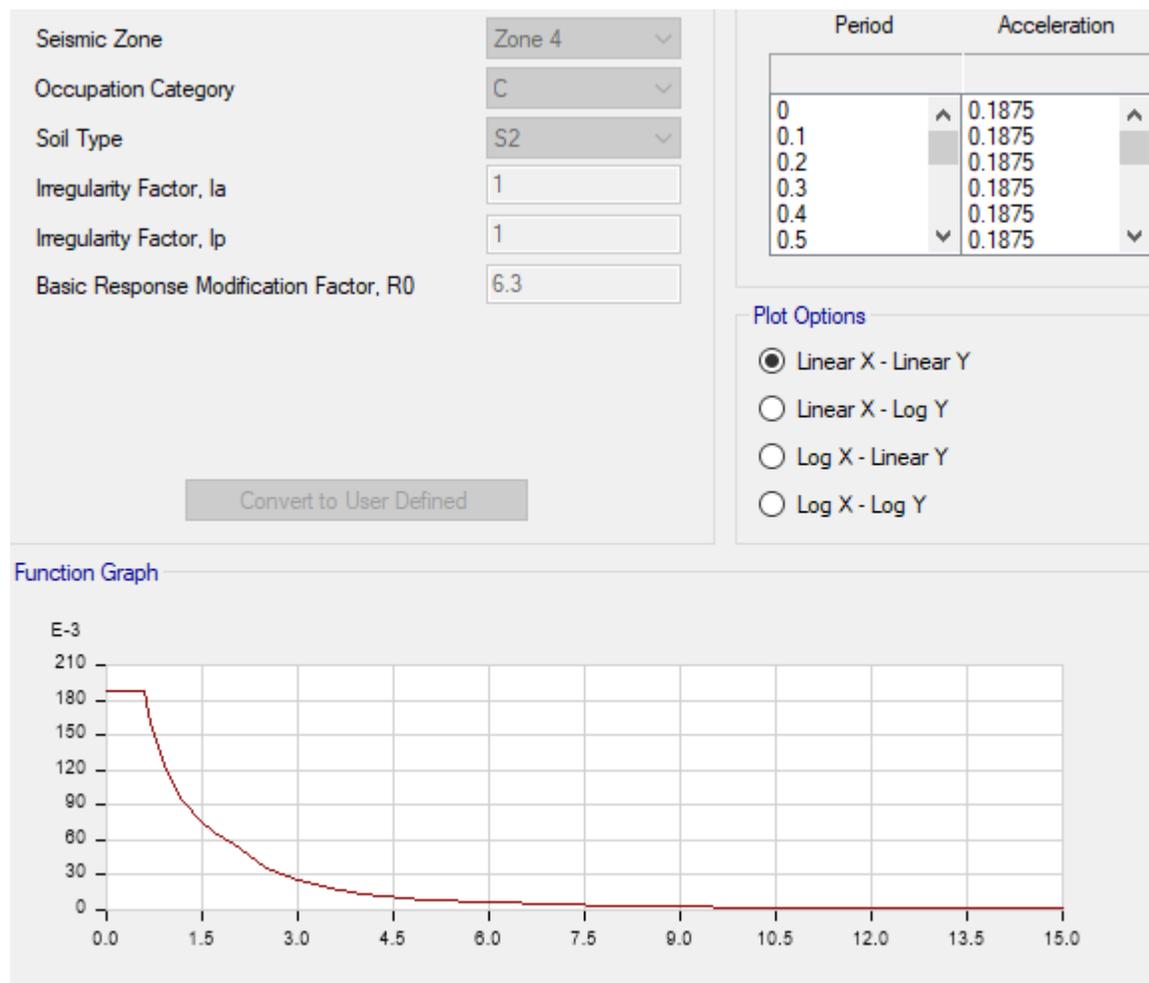
columns de bambú de 3x3



Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

FIGURA 24

spectro pseudoaceleración



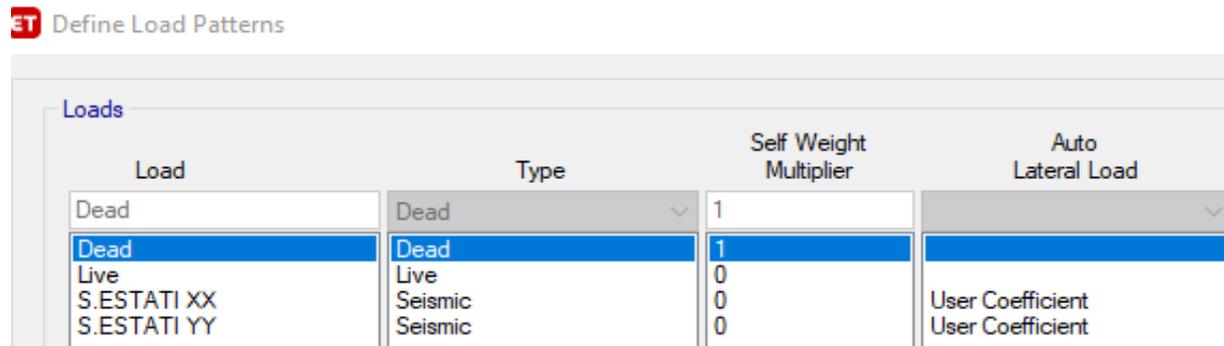
Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

Para la implementación del análisis estático (load patterns). Tenemos que tener en cuenta que: Adicional a las cargas de peso propio del modelo que por defecto asigna el programa “DEAD” se generan las cargas como son: Carga muerta (DEAD), Carga Viva (CV), así como el caso de carga sísmica (SDX y SDY).

Estas cargas se definen mediante los siguientes pasos: Define Load Patterns / add New Load Patterns y Define Load case / add New Load cases.

FIGURA 25

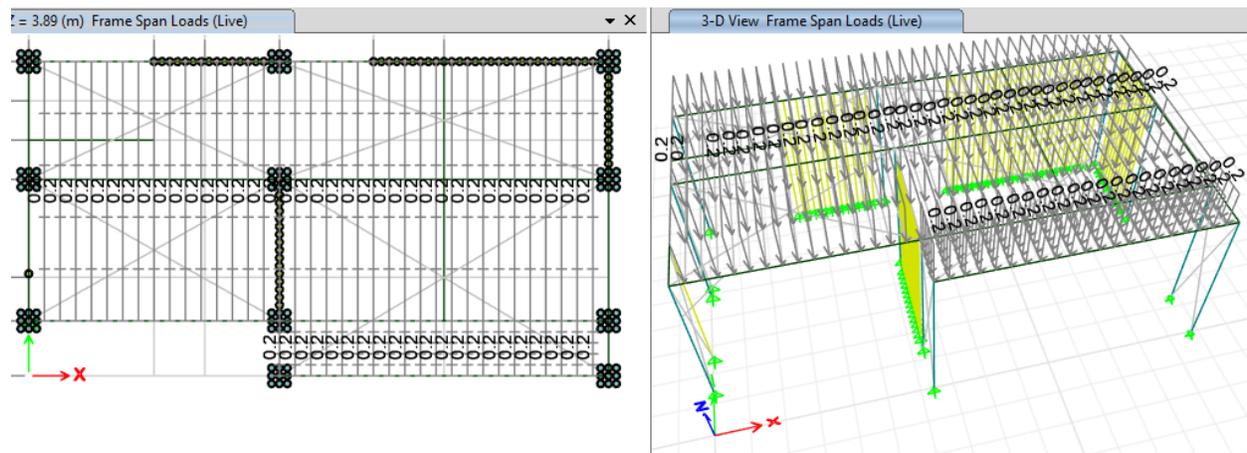
Definición de cargas e implementación de análisis estático



Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

FIGURA 26

asignación de cargas vivas al modelo



Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

FIGURA 27

Combinaciones Para El Diseño En Bambú

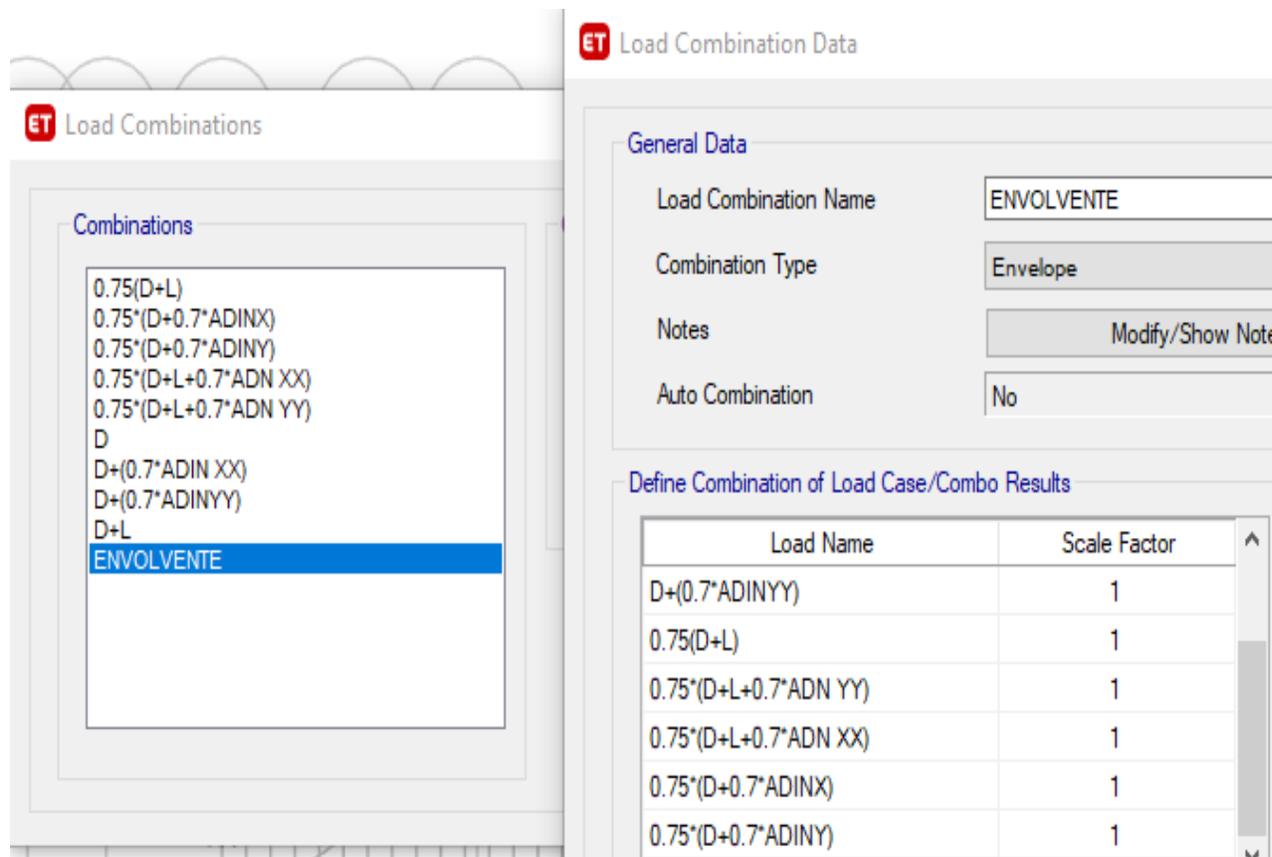


Tabla 22

Tabla resumen de cortante basal

RESUMEN DE VALORES OBTENIDOS DE LA NORMA E-030			
PARAMETROS	VALORES	DESCRIPCIÓN	NORMA E-030
Z	0.45	ZONA	TABLA Nº 01 FACTORES DE ZONA
U	1	CATEGORÍA	TABLA Nº 03 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES
S	1.05	PARÁMETROS DEL SUELO	TABLA Nº 02 PARÁMETROS DEL SUELO
R	7	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN, (R) PARA ESTRUCTURAS REGULARES	TABLA Nº 06 SISTEMAS ESTRUCTURALES
T _p	0.6	PERIODO DEL SUELO	TABLA Nº 02 PARÁMETROS DEL SUELO
H _n	6.8	ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN	ARTÍCULO 1.- NOMENCLATURA
C _T	60	COEFICIENTE SEGÚN LA RÍGIDEZ DE LA ESTRUCTURA	17.2. PERIODO FUNDAMENTAL
T	0.113	PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA	17.2. PERIODO FUNDAMENTAL
C	2.5	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA	ARTÍCULO 7.- FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA
P(T _n)	163.36	SUMA DE LOS PESOS DE LOS ESTREPIOS	ARTÍCULO 1.- NOMENCLATURA
V(T _n)	27.567	FUERZA CORTANTE EN LA BASE	17.3. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

Nota. Fuente: (propia)

28.6. Fuerzas Sísmicas Verticales

28.6.1. La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $\frac{2}{3} Z \cdot U \cdot S$.

28.6.2. En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requiere un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 29.2.

Fuente: Artículo 28 (p.10)

Tabla 23

cálculo de Fuerza sísmica vertical

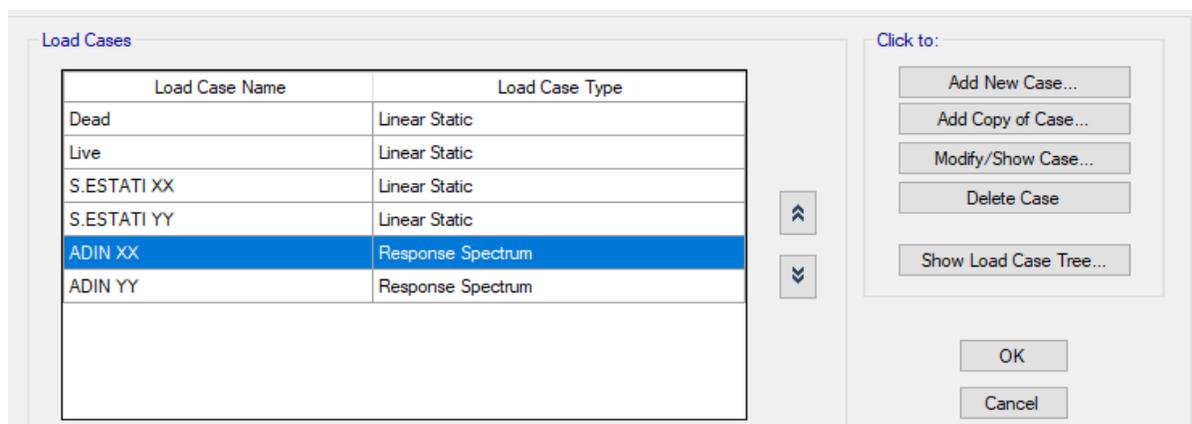
DATOS	
Z:	0.45
U:	1
S:	1.05

FUERZA SÍSMICA VERTICAL= 0.315

Nota. *se obtiene un valor de 0.315 de fuerza sísmica vertical. Fuente: (propia)

FIGURA 28

Implementación Del Análisis Dinámico

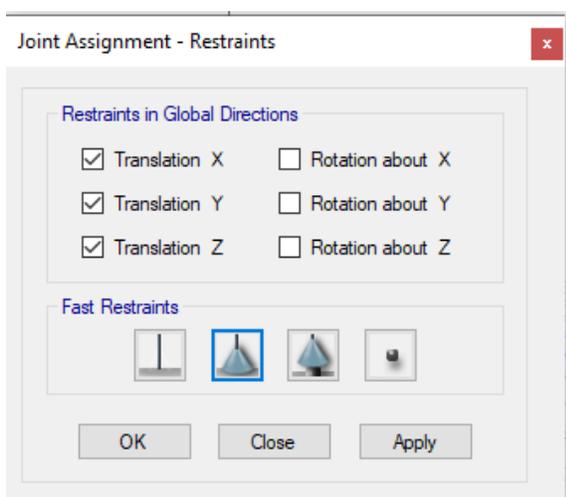


Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

Para trabajar el modelo seleccionado Se asigna las restricciones al modelo asignándose apoyos fijos. Nos ubicamos al nivel $Z=0$ y seleccionamos los nodos correspondientes siguiendo los siguientes pasos: *Menú/ assign/ Joint/ Restraints* y se seleccionan translation 1, Translation 2 y Translation 3.

FIGURA 29

Asignación de Restricciones



Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

Tabla 24

Verificación de torsión de la estructura

TABLE: Story Max Over Avg Drifts

Story	Output Case	Case Type	Direction	Max Drift m	Avg Drift m	Ratio	condición
Story2	ADIN xx	LinStatic	X	0.003838	0.003345	1.147	cumple con torsión
Story1	ADIN xx	LinStatic	X	0.009115	0.008623	1.057	cumple con torsión

Nota. *Como se puede apreciar la estructura no presenta torsión ya que todos los valores de los pisos son menores a 1.3. Fuente: Etabs 2018 (propia).

Tabla 25

Porcentaje de Absorción del Cortante El Dinámico Respecto Al Estático > Al 80%

Story	Output Case	Location	VX	% de cortante(x)	VY	% de cortante(y)
Story2	Sismo estático XX	Bottom	-1.6514		0	
Story2	Sismo estático yy	Bottom	0		-1.6514	
Story2	ADIN XX	Bottom	1.4823	-90%	0.0306	
Story2	ADIN_ yy	Bottom	0.0267		1.4704	-89%
Story1	Sismo estático XX	Bottom	-2.5727		0	
Story1	Sismo estático yy	Bottom	0		-2.5727	
Story1	ADIN XX	Bottom	2.4789	-96%	0.0546	
Story1	ADIN_ yy	Bottom	0.0546		2.4894	-97%

Para verificar las derivas es necesario tener en cuenta la altura de cada uno de los elementos que conforman el nivel de piso para así poder calcular las deflexiones y por consiguiente si las derivas cumplen o no basándonos en la normativa del RN (E-030). Donde el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión), que para madera no debe exceder el 1% de la altura:

Tabla 26

verificación de Derivas según norma E.0100 bambú

Story	Output Case	Drift	R0	R	DERIVA BAMBU
Story2	ADIN xx	0.001421	0.75	7	0.00746025
Story2	ADIN_ yy	0.000499	0.75	7	0.00261975
Story1	ADIN xx	0.002043	0.75	7	0.0100
Story1	ADIN_ yy	0.000991	0.75	7	0.00520275

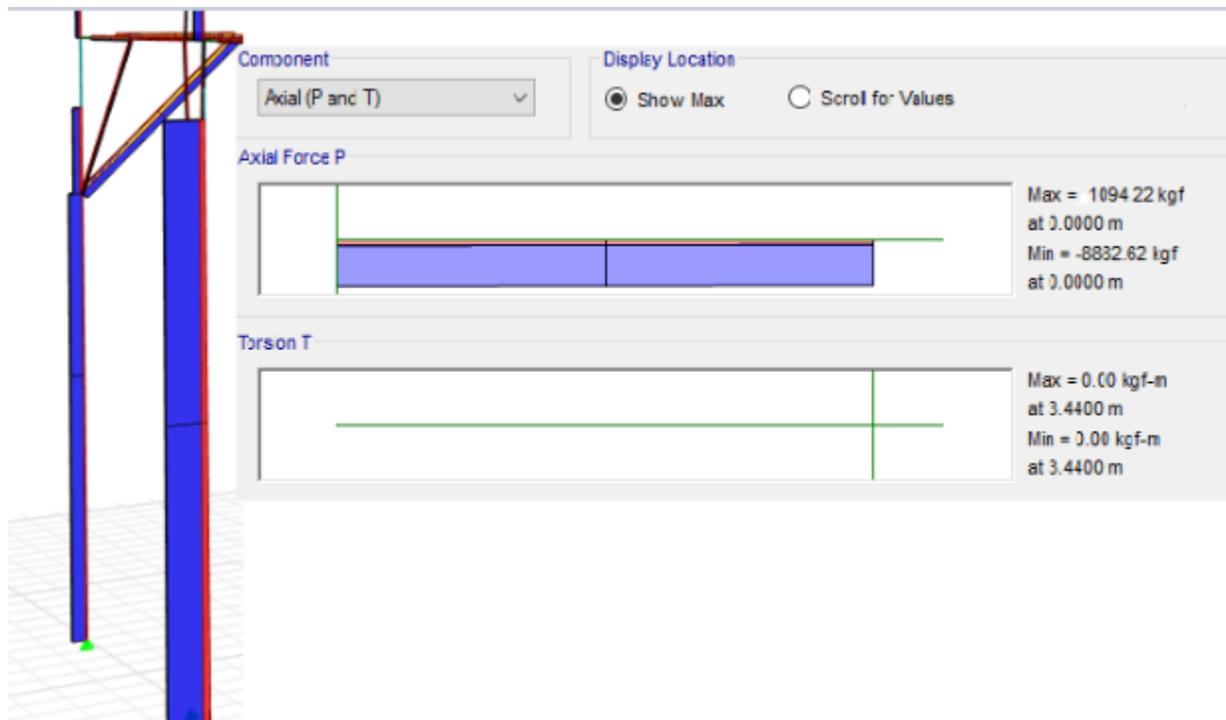
Nota. Fuente: Etabs 2018 (propia)

**DISEÑO DE ELEMNTOS ESTRUCTURALES DE BAMBU REALIZADO EN SOFTWARE
MATCHCAD PRIME.**

FIGURA 30

Fuerza Axial Para Diseño en Columnas de Bambú

DISEÑO DE COLUMNA



DATOS PARA EL DISEÑO

$Esfuerzo.Ultimo := 1094.22 \text{ kgf}$

$Esfuerzo.Admisible := 130 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Numero de culmos de Bambú

Espesor (t)

$n := 9$

$t := 1.5 \text{ cm}$

Diámetro Externo (De)

Diámetro Interior (Di)

$De := 15 \text{ cm}$

$Di := De - 2 t = 12 \text{ cm}$

Longitud Real(l)

$L := 3.5 \text{ m}$

FIGURA 31

Coeficiente de Longitud efectiva(K)

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

Fuente: (Norma E.100-Bambú, 2011)

$$K := 1$$

Longitud efectiva (Le)

$$l_e := L \cdot K = 3500 \text{ mm}$$

Área neta(A)

$$A_n := \frac{\pi}{4} \cdot (D_e^2 - (D_e - 2 \cdot t)^2) = 0.006 \text{ m}^2$$

área neta total (At):

$$A_t := A_n \cdot n = 0.057 \text{ m}^2$$

inercia (I):

$$I := \pi \cdot \frac{(D_e^4 - D_i^4)}{64} = 14671728.566 \text{ mm}^4$$

$$I_t := I \cdot n = 132045557.095 \text{ mm}^4$$

cálculo del radio de giro (r):

$$r := \begin{cases} \sqrt{\frac{I_t}{A_n}} & \text{if } n > 1 \\ \sqrt{\frac{D_e^2 + D_i^2}{4}} & \text{else} \end{cases} = 144.07 \text{ mm}$$

cálculo de esbeltez (λ):

$$\lambda := \frac{l_e}{r} = 24.294$$

cálculo del esfuerzo admisible modificado a compresión

$$CD := 0.9$$

CD= 0.9 para cargas permanentes y 1 para carga viva

$$Cr := 1$$

coeficiente por redistribución de cargas

esfuerzo admisible modificado:

$$f_c := \text{Esfuerzo.Admisible} \cdot CD \cdot Cr = 117 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo.Admisible} = 130 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

módulo de elasticidad:

$$E_{min} := 73000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

límites entre las columnas intermedias y largas (C_k):

$$C_k := 2.565 \cdot \sqrt{\frac{E_{min}}{f_c}} = 64.07$$

Verificación:

```

tp := if λ < 30
    || "columna corta"
    ||
    else if 30 < λ < Ck
    || "columna Intermedia"
    ||
    else if Ck < λ < 150
    || "columna Larga"
    ||
    = "columna corta"

```

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

cálculo de la carga admisible del material:

$$N_{adm} := \begin{cases} \text{if } \lambda < 30 \\ \quad \parallel f_c \cdot A_t \\ \text{else if } 30 < \lambda < Ck \\ \quad \parallel f_c \cdot A_t \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{Ck}\right)^4\right) \\ \text{else if } Ck < \lambda < 150 \\ \quad \parallel 4.93 \cdot \left(\frac{E_{min} \cdot A_t}{\lambda^2}\right) \end{cases} = 66988.966 \text{ kgf}$$

$$Sol := \frac{N_{adm}}{A_t} = 117 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$C := \begin{cases} \text{if } \frac{N_{adm}}{A_t} \leq f_c \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“VERIFICAR”} \end{cases} = \text{“OK”}$$

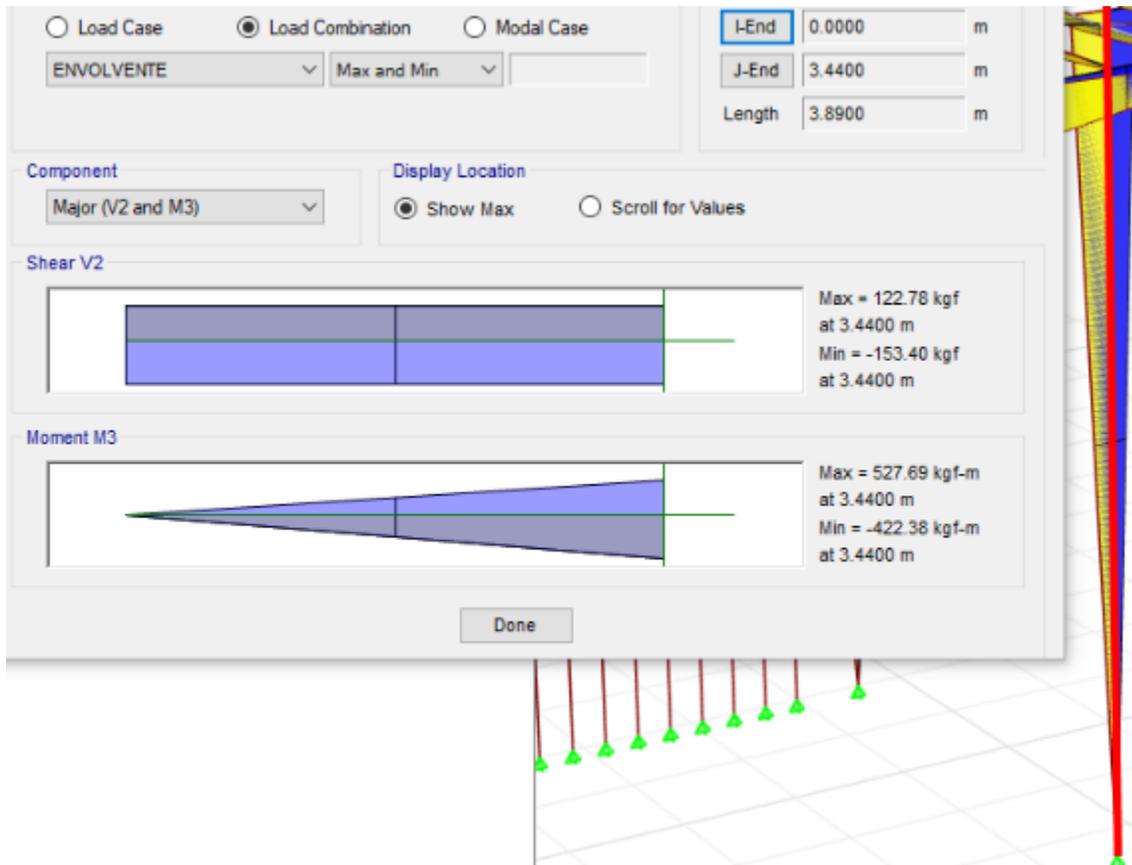
comprobación final $N_{adm} > P_{ult}$

$$V := \begin{cases} \text{if } N_{adm} > E_{sfuerzo. Ultimo} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{“VERIFICAR”} \end{cases} = \text{“OK”}$$

DISEÑO DE COLUMNA POR FLEJO COMPRESIÓN

FIGURA 32

Momentos Para Diseño Por Flexo Compresión



Datos:

$$Esfuerzo.Ultimo = 1094.22 \text{ kgf}$$

$$Nadm = 66988.966 \text{ kgf}$$

Esfuerzo admisible a flexión

$$fm := 50 \text{ kgf}$$

Momento último (Etabs)

$$M := 527.69 \text{ kgf} \cdot m$$

Cálculo de la carga crítica de Euler:

$$Ncr := \frac{\pi^2 \cdot Emin \cdot It}{le^2} = 77662.311 \text{ kgf}$$

Cálculo Modulo de sección

$$Z := \frac{\pi \cdot (De^4 - (De - 2 \cdot t)^4)}{32 \cdot De} \cdot n = 1760.607 \text{ cm}^3$$

Cálculo del factor de magnificación de momentos

$$Km := \frac{1}{1 - 1.5 \cdot \frac{Esfuerzo.Ultimo}{Ncr}} = 1.022$$

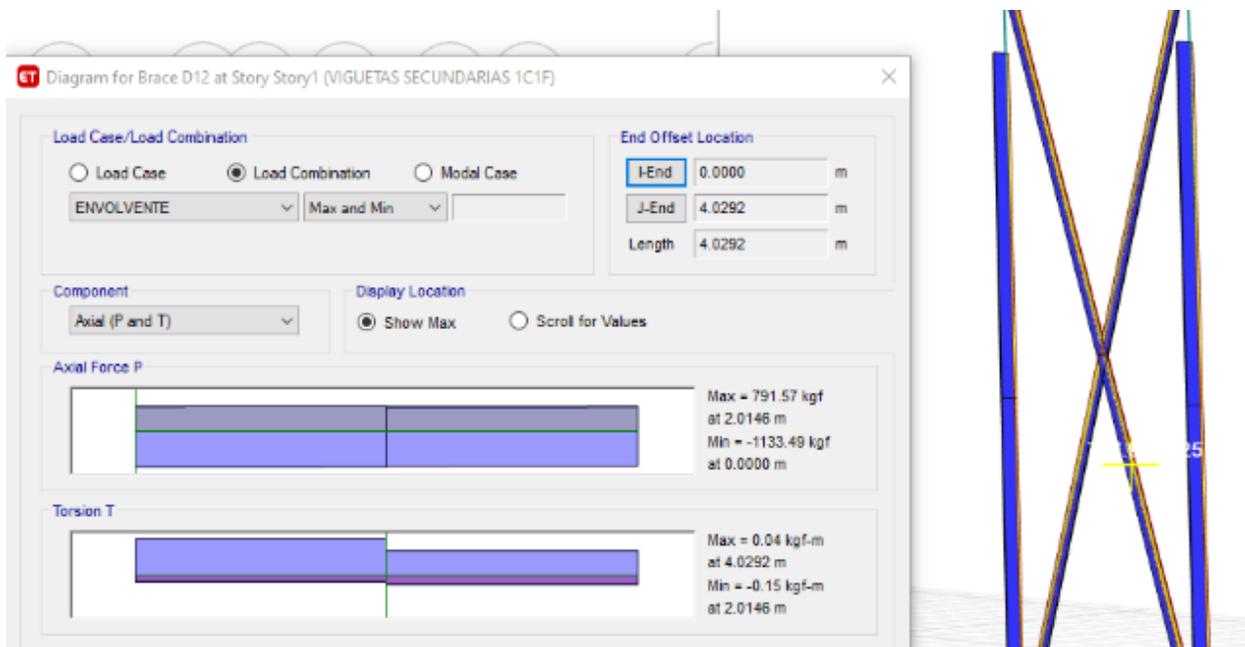
$$f := \frac{Esfuerzo.Ultimo}{Nadm} = 0.016$$

Validación de diseño (DISEÑO OK)

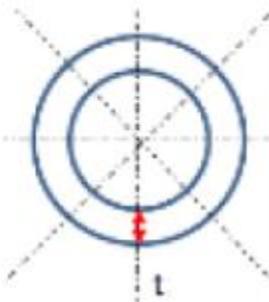
Diseño de la diagonal lateral de la edificación sometido a esfuerzos de tracción como se muestra en la figura siguiente

FIGURA 33

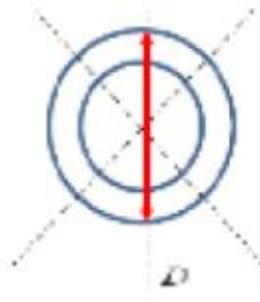
Fuerza Axial Para Diseño De La Diagonal Lateral



Se determina por medio del programa los esfuerzos máximos a tracción para pasar a realizar el diseño por esfuerzos admisibles de forma manual y así poder comprobar y determinar de manera eficiente el diseño con un sustento en la normativa.



$$t = 1.5 \text{ cm}$$



$$De = 15 \text{ cm}$$

$$di := De - 2 \cdot t = 12 \text{ cm}$$

$$re := \frac{De}{2} = 7.5 \text{ cm}$$

$$ri := \frac{(De - 2 t)}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$An := \pi \cdot re^2 - \pi \cdot ri^2 = 63.617 \text{ cm}^2$$

esfuerzo a tensión admisible (ft)..... (E-100):

$$ft := 160 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Según Norma E.100 bambú}$$

esfuerzo admisible modificado para tensión axial (f't)

$$CD = 0.9 \quad \text{.....para carga permanente}$$

$$ft := ft \cdot CD = 144 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

cálculo de esfuerzo a tensión actuante (Etabs)

$$T := 791.57 \text{ kgf}$$

$$Ft := \frac{T}{An} = 12.443 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Verificación del diseño

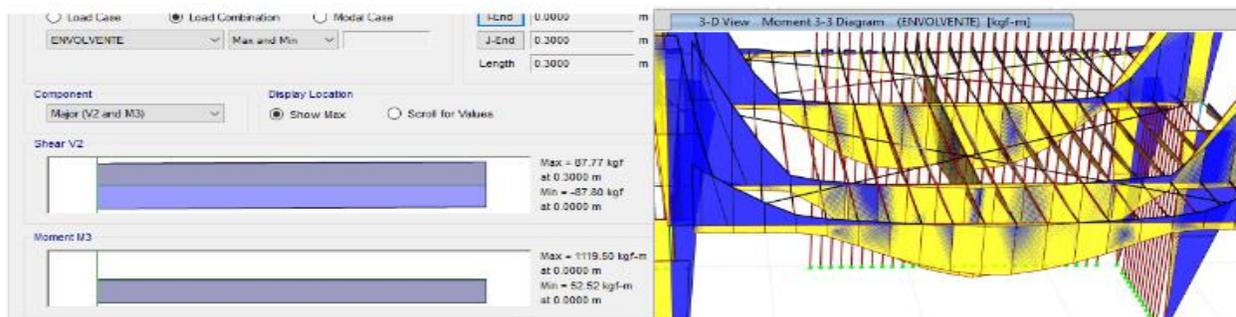
$$\begin{array}{l}
 \text{Diseño} := \text{if } Ft \leq ft \\
 \quad \parallel \text{“OK”} \\
 \quad \text{else} \\
 \quad \parallel \text{“Verificar diseño”}
 \end{array}
 \quad = \text{“OK”}$$

DISEÑO DE VIGAS A FLEXIÓN DE LA VIVIENDA

Para el diseño por flexión se determinó los momentos máximos a partir de la envolvente para obtener los Momentos máximos de la viga más crítica

FIGURA 34

Momentos y Cortantes Para Diseño en Vigas de Bambú



esfuerzos últimos:

$$M_{max} := 119.50 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$V_{máx} := 87.77 \text{ kgf}$$

Numero de culmos de bambú

$$n_{vigas} := 3$$

Espesor(t):

$$t = 1.5 \text{ cm}$$

diámetro externo (De):

$$De = 15 \text{ cm}$$

diámetro interior (Di):

$$Di := De - 2 \cdot t = 12 \text{ cm}$$

longitud real (l):

$$L := 4.8 \text{ m}$$

esfuerzos admisibles a flexión y corte según
Norma E.100 :

$$f_m := 50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_v := 10 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

área neta (An):

$$An := \frac{\pi}{4} \cdot (De^2 - (De - 2 \cdot t)^2) = 0.006 \text{ m}^2$$

área neta total (At):

$$AT := An \cdot n_{vigas} = 0.019 \text{ m}^2$$

inercia del elemento viga (I):

$$\begin{aligned}
 \text{Inercia} := & \text{if } 1 < n_{vigas} < 3 & = 330292816.257 \text{ mm}^4 \\
 & \left\| \frac{\pi \cdot (5 \cdot De^4 - Di^4 - 4 \cdot De^2 \cdot Di^2)}{32} \right. \\
 & \text{else if } 2 < n_{vigas} \leq 3 \\
 & \left\| \frac{\pi \cdot (35 \cdot De^4 - 32 \cdot De^2 \cdot Di^2 - 3 \cdot Di^4)}{64} \right. \\
 & \text{else} \\
 & \left\| \frac{\pi \cdot (De^4 - Di^4)}{64} \right.
 \end{aligned}$$



$$I = \frac{\pi \cdot (de^4 - di^4)}{64}$$



$$I = \frac{\pi(5de^4 - di^4 - 4de^2 di^2)}{32}$$



$$I = \frac{\pi \cdot [35d_e^4 - 32d_e^2 d_i^2 - 3d_i^4]}{64}$$

cálculo del radio de giro (r):

$$\begin{aligned}
 \text{radio} := & \text{if } n_{vigas} > 1 & = 227.857 \text{ mm} \\
 & \left\| \sqrt{\frac{\text{Inercia}}{An}} \right. \\
 & \text{else} \\
 & \left\| \sqrt{\frac{(De^2 - Di^2)}{4}} \right.
 \end{aligned}$$

cálculo del esfuerzo admisible modificado a compresión

$$CD := 0.9 \quad Cr := 1$$

estabilidad para elementos en flexión:

$$h := n_{vigas} \cdot De = 45 \text{ cm} \quad x := \frac{h}{De} = 3 \quad x = d/b$$

```

Cl := if x = 1 | = 0.95
      || Cl ← 1
      else if x = 2
      || Cl ← 0.98
      else if x = 3
      || Cl ← 0.95
      else if x = 4
      || Cl ← 0.91
      else if x = 5
      || Cl ← 0.87
  
```

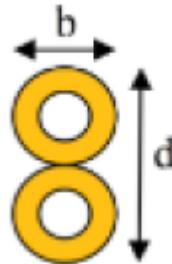


TABLA 8.6.3.4
Coeficientes C_L para diferentes relaciones d/b

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87

esfuerzo admisible modificado:

$$f_{m_{viga}} := f_m \cdot CD \cdot Cr \cdot Cl = 42.75 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$f_v := f_v \cdot CD \cdot Cr = 9 \frac{kgf}{cm^2}$$

módulo de elasticidad:

$$E_{min} = 73000 \frac{kgf}{cm^2}$$



Cálculo de deflexión $K := 250$

$$\Delta := \frac{L}{K} = 19.2 \text{ mm}$$

cálculo del momento de inercia necesario:

$$Inercia.Necesaria := M_{max} \cdot \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E_{min}} \right) = 20462328.767 \text{ mm}^4$$

$$Inercia.Elemento := Inercia = 330292816.257 \text{ mm}^4$$

- Deflexión diferida:
- Cielo raso rígido: $k = 300$
- Cielo raso flexible: $k = 250$
- Industrial o inclinado: $k = 200$
- Por vibraciones: $k = 350$

```

Verificación := if Inercia.Elemento ≥ Inercia.Necesaria | = "CORRECTO"
                || "CORRECTO"
                else
                || "Verificar"
  
```

cálculo del
módulo de
sección

necesario:

$$Z_{elemt} := \begin{cases} \text{if } 1 < n_{vigas} < 3 & = 3537.649 \text{ cm}^3 \\ \left| \frac{\pi \cdot (5 \cdot De^4 - 4 \cdot De^2 \cdot (De - 2 \cdot t)^2 - (De - 2 \cdot t)^4)}{32 \cdot De} \right| \\ \text{else if } 2 < n_{vigas} < 4 & \\ \left| \frac{\pi \cdot (35 \cdot De^4 - 4 \cdot De^2 \cdot (De - 2 \cdot t)^2 - (De - 2 \cdot t)^4)}{96 \cdot De} \right| \\ \text{else} & \\ \left| \frac{\pi \cdot (De^4 - Di^4)}{32 \cdot De} \right| \end{cases}$$

$$f_{actuante} := \frac{M_{max}}{Z_{elemt}} = 3.378 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \qquad f_{m_{viga}} = 42.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Nota := \begin{cases} \text{if } f_{actuante} \leq f_{m_{viga}} & = \text{“OK”} \\ \left| \begin{array}{l} \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \text{“Verificar”} \end{array} \right| \end{cases}$$

verificación por esfuerzos cortantes paralelos a la fibra:

$$F_v := \frac{2 \cdot V_{máx}}{3 \cdot AT} \cdot \left(\frac{3 \cdot De^2 - 4 \cdot De \cdot t + 4 \cdot t^2}{De^2 - 2 \cdot De \cdot t + 2 \cdot t^2} \right) = 0.987 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_v = 9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Nota := \begin{cases} \text{if } F_v \leq f_v & = \text{“OK”} \\ \left| \begin{array}{l} \text{“OK”} \\ \text{else} \\ \text{“Verificar”} \end{array} \right| \end{cases}$$

Determinación de las deflexiones admisibles permisibles:

$$E_{prom} := 95000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad w := \frac{M_{max} \cdot 8}{L^2} = 41.493 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad \Delta f := \Delta = 19.2 \text{ mm}$$

$$\Delta_{adm} := \frac{1}{E_{prom} \cdot Inercia} \cdot \left(\frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384} \right) = 0.914 \text{ mm}$$

$$Verificación := \begin{cases} \text{if } \Delta_{adm} \leq \Delta f \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Verificar”} \end{cases} = \text{“OK”}$$

comprobación por aplastamiento:

$$R := w \cdot L = 102.326 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_{cp} := 13 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \dots \text{ Norma E.0100}$$

$$f_{cp} := f_{cp} \cdot 0.9 \cdot Cl \cdot Cr = 11.7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{ac} := \frac{3 \cdot R \cdot De}{2 \cdot t^2 \cdot L} = 2.312 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Verificación := \begin{cases} \text{if } f_{ac} \leq f_{cp} \\ \quad \parallel \text{“OK”} \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{“Verificar”} \end{cases} = \text{“OK”}$$

esfuerzo admisible modificado:

$$f_{m_{viga}} := f_m \cdot CD \cdot Cr \cdot Cl = 45 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

modulo de elasticidad:

$$E_{min} = 73000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_v := f_v \cdot CD \cdot Cr = 9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de deflexión

$$\Delta := \frac{L}{K} = 17.7 \text{ mm}$$

$K := 250$

cálculo del momento de inercia necesario:

$$Inercia.Necesaria := M_{max} \cdot \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E_{min}} \right) = 7381314.212 \text{ mm}^4$$

$$Inercia.Elemento := Inercia = 14671728.566 \text{ mm}^4$$



- Deflexión diferida:
- Cielo raso rígido: $k = 300$
- Cielo raso flexible: $k = 250$
- Industrial o inclinado: $k = 200$
- Por vibraciones: $k = 150$

$$\text{Verificación} := \begin{cases} \text{if } \text{Inercia.Elemento} \geq \text{Inercia.Necesaria} & = \text{“CORRECTO”} \\ \text{||} & \text{“CORRECTO”} \\ \text{else} & \\ \text{||} & \text{“Verificar”} \end{cases}$$

cálculo del módulo de sección necesario:

$$\text{Zelemt} := \begin{cases} \text{if } 1 < n_{\text{vigas}} < 3 & = 195.623 \text{ cm}^3 \\ \text{||} & \frac{\pi \cdot (5 \cdot De^4 - 4 \cdot De^2 \cdot (De - 2 \cdot t)^2 - (De - 2 \cdot t)^4)}{32 \cdot De} \\ \text{else if } 2 < n_{\text{vigas}} < 4 & \\ \text{||} & \frac{\pi \cdot (35 \cdot De^4 - 4 \cdot De^2 \cdot (De - 2 \cdot t)^2 - (De - 2 \cdot t)^4)}{96 \cdot De} \\ \text{else} & \\ \text{||} & \frac{\pi \cdot (De^4 - Di^4)}{32 \cdot De} \end{cases}$$

$$f_{\text{actuante}} := \frac{M_{\text{max}}}{Zelemt} = 23.903 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_{m_{\text{viga}}} = 45 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Nota} := \begin{cases} \text{if } f_{\text{actuante}} \leq f_{m_{\text{viga}}} & = \text{“OK”} \\ \text{||} & \text{“OK”} \\ \text{else} & \\ \text{||} & \text{“Verificar”} \end{cases}$$

verificación por esfuerzos cortantes paralelos a la fibra:

$$F_v := \frac{2 \cdot V_{\text{máx}}}{3 \cdot AT} \cdot \left(\frac{3 \cdot De^2 - 4 \cdot De \cdot t + 4 \cdot t^2}{De^2 - 2 \cdot De \cdot t + 2 \cdot t^2} \right) = 1.931 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_v = 9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Nota} := \begin{cases} \text{if } F_v \leq f_v & = \text{“OK”} \\ \text{||} & \text{“OK”} \\ \text{else} & \\ \text{||} & \text{“Verificar”} \end{cases}$$

Determinación de las deflexiones admisibles permisibles:

$$E_{prom} := 95000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad w := \frac{M_{max} \cdot 8}{L^2} = 19.105 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad \Delta f := \Delta = 17.7 \text{ mm}$$

$$\Delta_{adm} := \frac{1}{E_{prom} \cdot Inercia} \cdot \left(\frac{5 \cdot w \cdot L^4}{384} \right) = 6.843 \text{ mm}$$

$$Verificación := \begin{cases} \text{if } \Delta_{adm} \leq \Delta f & \text{= "OK"} \\ \text{|| "OK"} \\ \text{else} \\ \text{|| "Verificar"} \end{cases}$$

Comprobación por aplastamiento:

$$R := w \cdot L = 84.538 \text{ kgf} \quad f_{cp} := 13 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \dots \text{ Norma E.0100}$$

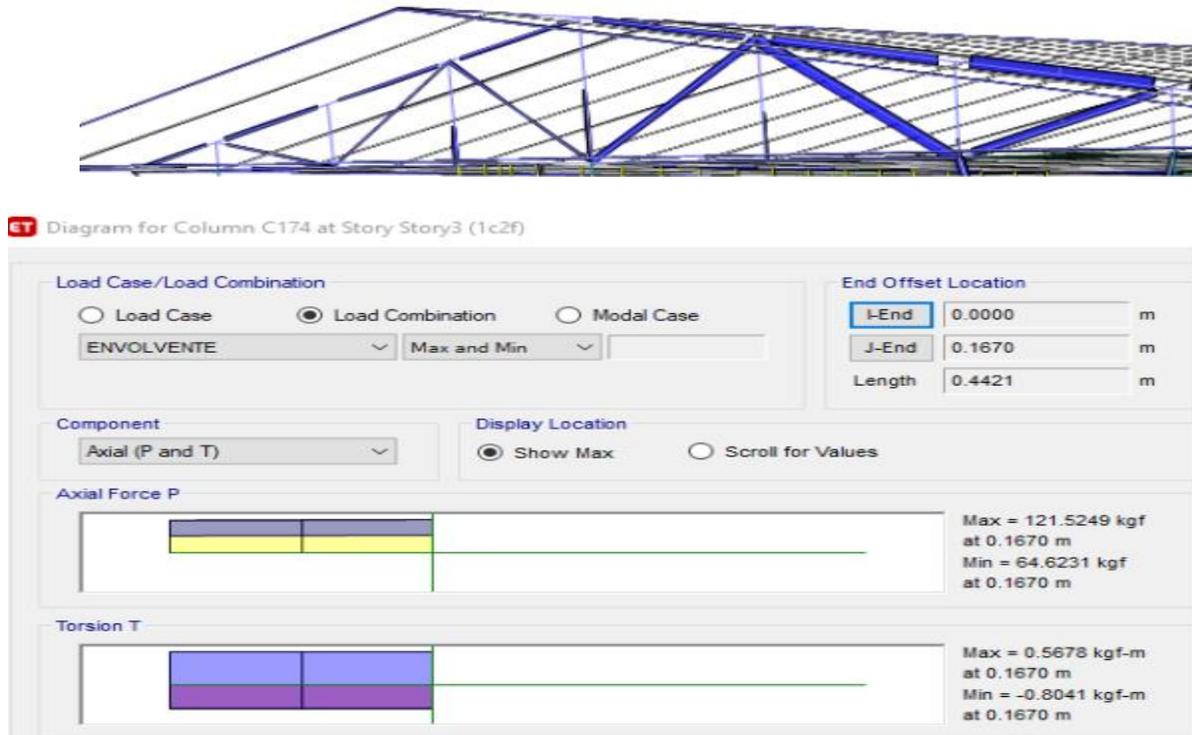
$$f_{cp} := f_{cp} \cdot 0.9 \cdot Cl \cdot Cr = 11.7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad fac := \frac{3 \cdot R \cdot De}{2 \cdot t^2 \cdot L} = 1.91 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Verificación := \begin{cases} \text{if } fac \leq f_{cp} & \text{= "OK"} \\ \text{|| "OK"} \\ \text{else} \\ \text{|| "Verificar"} \end{cases}$$

Diseño de uniones: diseño de elementos de conexión o uniones del bambú, para ello se determinó los esfuerzos más significativos a considerar y basándonos en la normativa E-100 se pasó a realizar las comprobaciones para los tipos de uniones con mortero o con platinas.

FIGURA 35

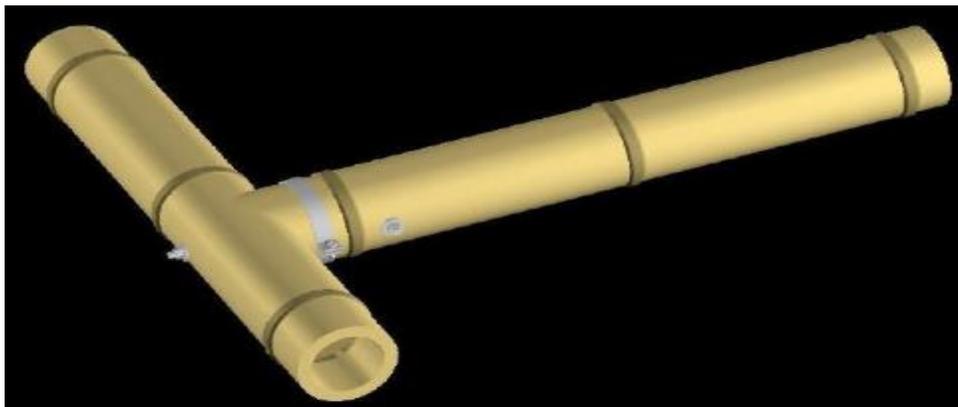
Fuerza Axial -Diseño de Uniones



$$F_{axial} := 121.53 \text{ kgf}$$

FIGURA 36

Unión Con Pernos De 1/2"



Fuente: (SAPAICO RAMOS, 2018)

numero de culmos:

$$n := 1$$

espesor (t)

$$t := 1.5 \text{ cm}$$

diámetro externo:

$$De := 15 \text{ cm}$$

diámetro interno

$$Di := 12$$

según Clavijo y Trujillo su resistencia ultima promedio de 6565 kgf

cálculo de la resistencia de la unión con mortero

$$Pl := -600 + 2400 \cdot De - 2500 \cdot Di = 5400 \text{ kgf}$$

según la normativa E-100 uniones perpendiculares para una resistencia de 200 kgf

σ_{adm} 200 kgf (esfuerzo de resistencia)

$\phi = 1/2$ " pernos y pasadores

Comprobación

comprobación por resistencia de pernos de 1/2"

$$\sigma_{max} = 0.608 \text{ correcto}$$

comprobación por resistencia de nudo con mortero

$$\sigma_{max} = 0.023 \text{ Correcto}$$

DISEÑO DE ZAPATAS PARA LA VIVIENDA EN BAMBÚ

FIGURA 37

Momentos flectores Para Diseño de Zapatas -Bambú

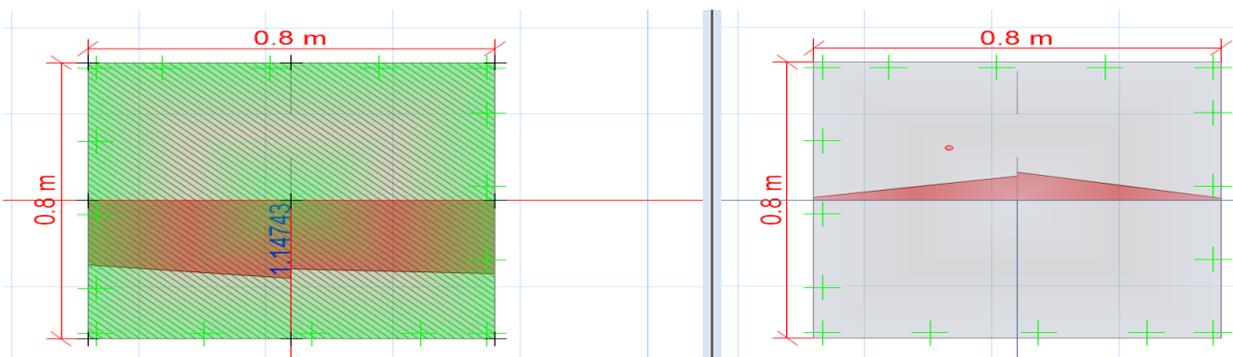


Tabla 27

Diseño De Acero en Zapatas Para La Vivienda En Bambú

DISEÑO ZAPATA											1/2'	1/2'
ZAPA TA	H (cm)	d(c m)	b(c m)	Mn (ton f-m)	sm	Mn CS (ton f-m)	AS	Ro	CUANTIA MIN	S(m)	S(fin al)	
As Inf XX	40	30	80	1.15	12000. 00	2.31	1.0 2	0.00 06	0.0018	0.2 4	0.25	
ZAPA TA	H (cm)	d(c m)	b(c m)	Mn (ton f-m)	sm	Mn CS (ton f-m)	AS	Ro	Ro	S(m)	0.25	
As Inf YY	40	30	80	0.29	12000. 00	2.31	0.2 6	0.00 01	0.0018	0.2 4	0.25	

PRESUPUESTO

Para el cálculo del presupuesto de las viviendas se han considerado las partidas correspondientes a estructuras, arquitectura, eléctricas y sanitarias con la finalidad de determinar el costo de cada sistema planteado como por ejemplo Presupuesto de vivienda de albañilería confinada que se indica en el anexo 06 ,donde el precio de cada una de las partidas que fueron cotizados de SODIMAC Y PROMART y tomando como guía las tablas de Análisis de Precios Unitarios (APUS) que propone el instituto de CAPECO como cuadrillas, rendimientos e incidencia y los precios actuales para mano obra, equipos y materiales. En el Anexo 07 y se detalla el costo de la vivienda donde se indica las partidas por especialidades donde se ha tomado como referencia los APUS que propone (Frias, 2019, pág. 129) Y (Juarez.D, 2019, pág. 91) en su tesis “USO Y RENTABILIDAD DEL BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN” y los precios actuales del mercado para mano obra, equipos y materiales.

De estos resultados que se mostrarán a continuación también podemos estimar el porcentaje de ahorro entre la vivienda tradicional de albañilería y la vivienda ecológica de bambú haciendo uso de la siguiente expresión.

A=157099.52 Albañilería.

B=119194.54 Bambú.

$$Ahorro := \left(\frac{A}{B} - 1 \right) \cdot 100$$

Ahorro=31.8%

CAPÍTULO III.RESULTADOS

3.1. Control de derivas – Según Norma Peruana E030

El control de derivas según el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Peruana 0.30 debe realizarse de acuerdo a la tabla 13 en donde se especifica que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión), para el caso de edificaciones de albañilería confinada no se debe superar las 5 milésimas es decir 0.005 y para las residencias de Bambú no se debe superar el 1%.

En las figuras 38y 39 se muestra las derivas tanto en el eje X-X y Y-Y por cada nivel tanto para albañilería y para Bambú obtenido mediante el análisis modal en ETABS.

FIGURA 38

Derivas en la Dirección X-X

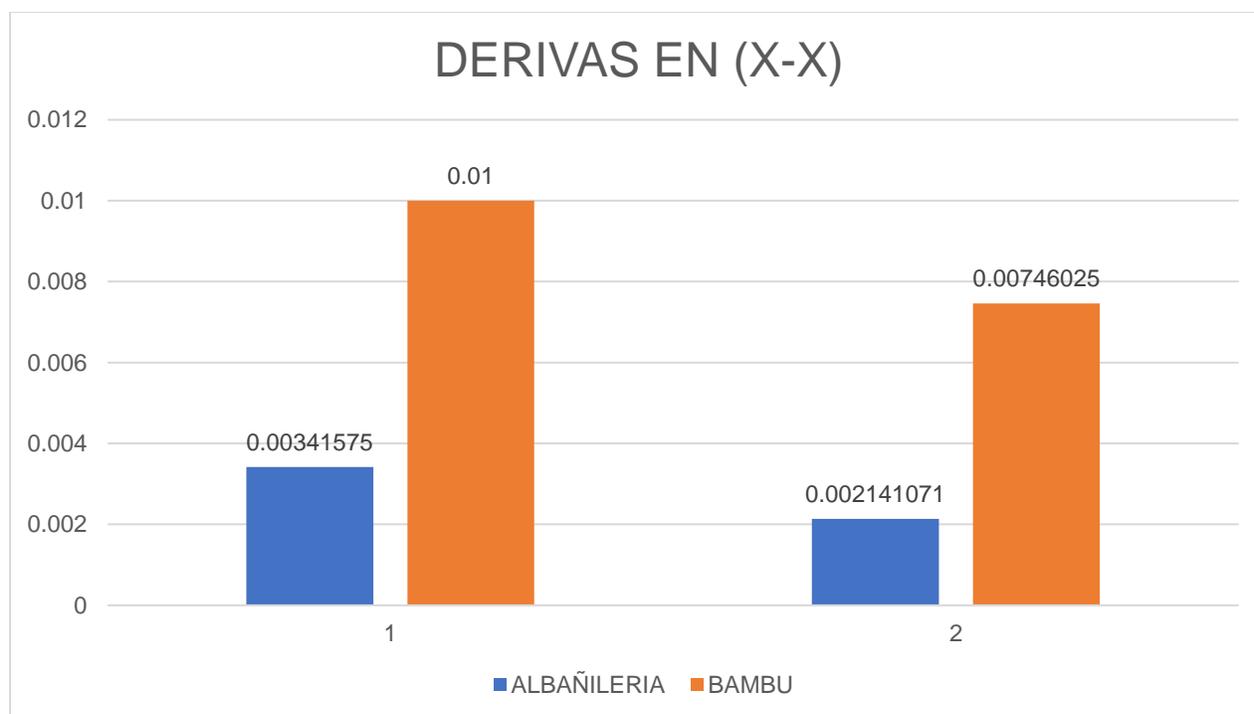
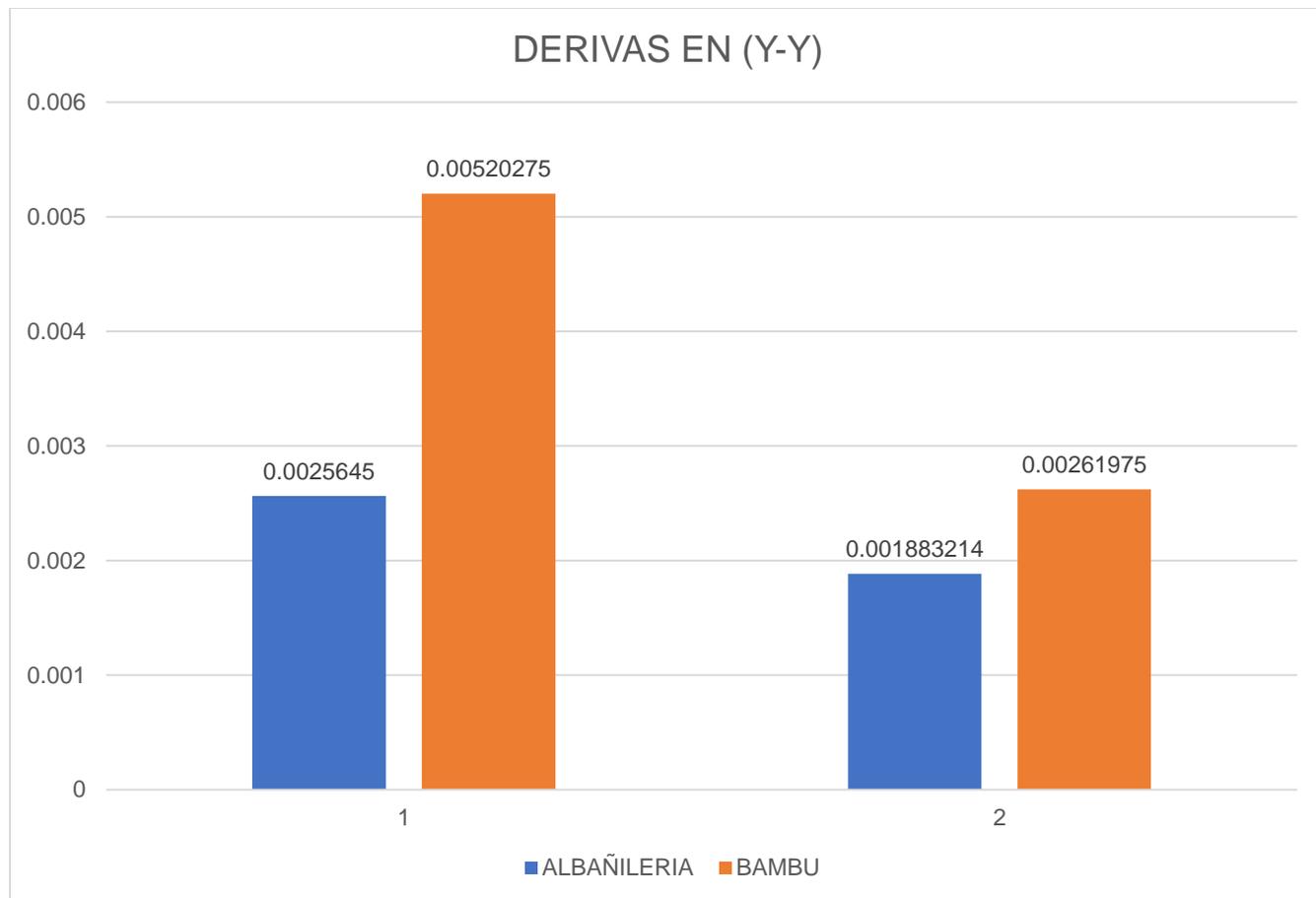


FIGURA 39

Derivas en la Dirección Y-Y

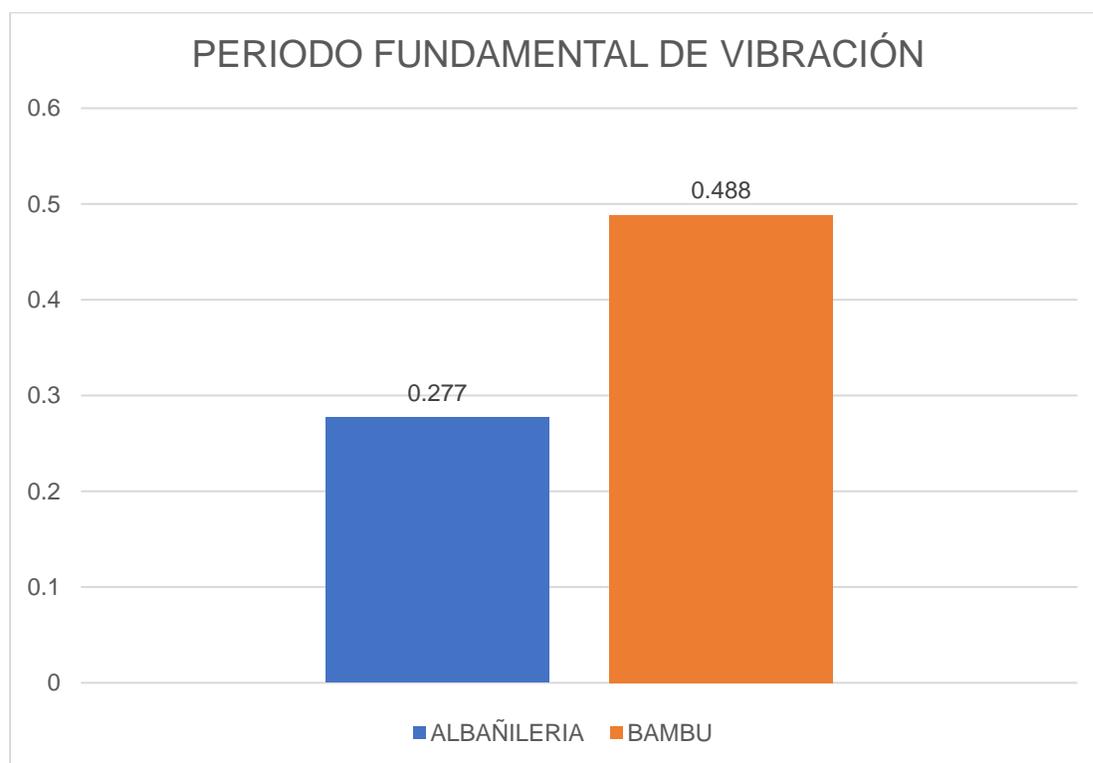


PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN

En la figura 40 se muestra el periodo fundamental de vibración para albañilería y para Bambú obtenido mediante el análisis modal espectral exigido por la Norma Peruana E030 los cual dicha información fue extraída del software ETABS luego de .

FIGURA 40

Periodos Fundamentales de Vibración

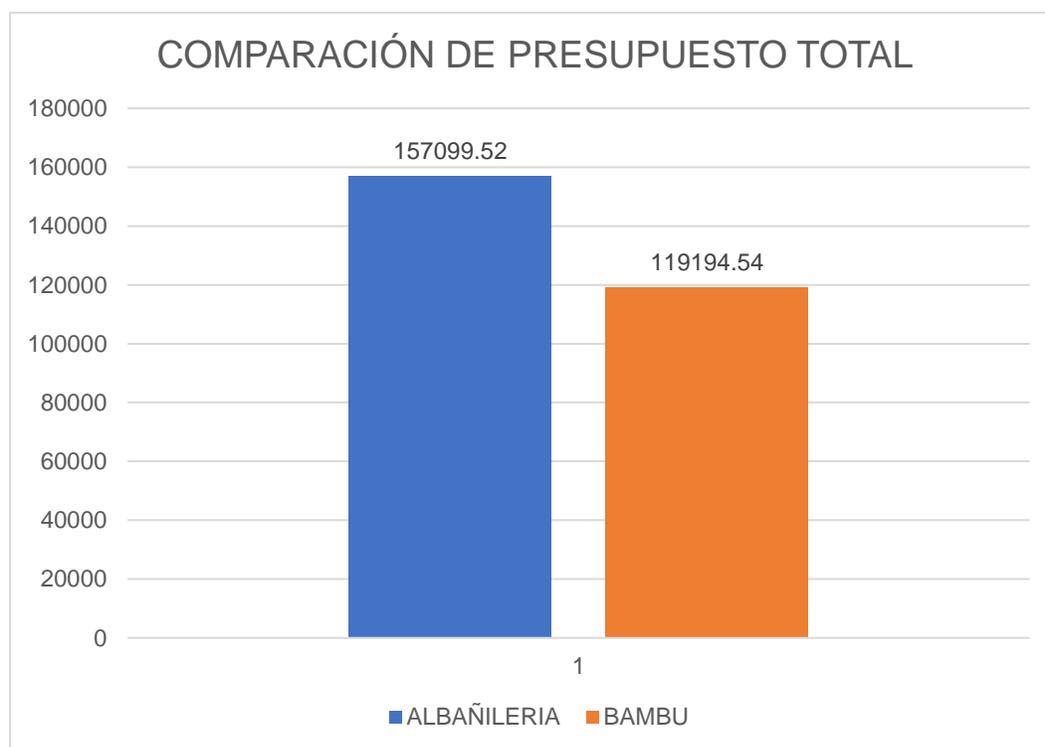


RESUMEN DE PRESUPUESTO TOTAL

La figura 41 se representa el valor en soles del costo de la vivienda de albañilería y bambú donde están incluidas sus especialidades de Arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas y sanitarias, los cuales fueron cotizados en entidades como SODIMAC y PROMART con los precios actuales y a la vez fueron calculados en el software Presupuestos.pe. Obteniendo de esta manera un presupuesto total de 157,099.52 soles para la vivienda de albañilería y un valor de 119,194.54 soles para la edificación de Bambú.

FIGURA 41

Presupuesto Total de Ambas Viviendas

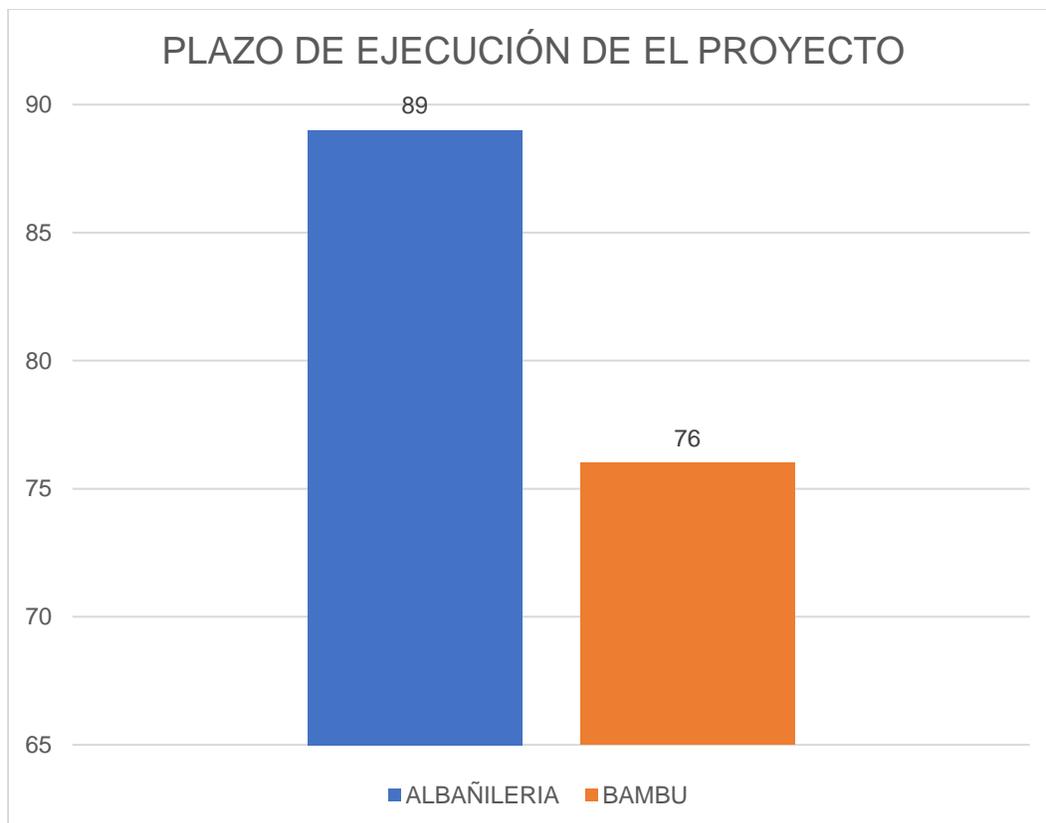


PLAZO DE EJECUCIÓN

La figura 42 se muestra el tiempo aproximado de ejecución de la vivienda de albañilería y para la residencia en bambú, los cuales se calcularon con la ayuda del software Ms Project tal como se detallan en los anexos 13 y 14.

FIGURA 42

Plazo de ejecución de Ambas Viviendas



CAPITULO IV-DISCUSSION Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En esta investigación al realizar el análisis y diseño de elementos estructurales de ambas viviendas contemplados en la Norma E.030 de sismorresistencia, E070 de albañilería y E.0100 de bambú. lo cual Mediante el análisis de elementos finitos del software se pudo encontrar que los Periodos fundamentales de vibración para la vivienda en albañilería es de 0.277 segundos mientras que el bambú se tiene un valor de ,0.48 segundos y finalmente las distorsiones admisibles de entrepiso se tiene un valor máximo de 0.0034 para albañilería y 0.01 para el bambú. Esto quiere decir que a pesar de que el periodo fundamental del bambú es mucho mayor al de albañilería se debe a que el bambú tiene menor rigidez, asimismo el control de las derivas respecto al material ecológico es mayor que al material tradicional, pero se encuentran en los Ratios menores a 0.01 en bambú y 0.005 en albañilería tal cual nos exige la norma técnica E.030. Frente a lo mencionado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación donde se refiere que el bambú es un material sismorresistente y eficaz para la construcción, tal como nos mencionaban (Díaz.B, 2016) Y (Aguilar, 2018, pág. 180) que concluyen que la incorporación de culmos en la estructura de bambú, aporta resistencia en la estructura durante un evento sísmico, reduciendo los desplazamientos, esto siempre y cuando los culmos de bambú estén maduros y en una edad entre los 4 a 6 años estos tendrán un mayor comportamiento estructural frente a un sismo en el distrito de la Esperanza - Trujillo -la Libertad.

Asimismo, al Realizar el presupuesto de ambas viviendas para determinar qué sistema constructivo propuesto resulta más rentable para la construcción. Se pudo confirmar al hacer la estructura del presupuesto con la ayuda del software (Presupuestos.pe) obteniéndose un valor de 157,099.52 soles en la vivienda de albañilería y 119,194.54 soles en bambú. Lo cual a partir de los valores de los presupuestos mostrados para ambos diseños se puede concluir que el construir con Bambú representa un ahorro considerable que asciende a un 31.8 % del construir con albañilería. Es por ello por lo que se rechaza la hipótesis nula y se toma la hipótesis de estudio donde se refiere la construcción con bambú es un material económico frente a la construcción en albañilería y coincidimos con (Frias, 2019, pág. 113)Y (Juarez.D, 2019, pág. 97) que deducen en sus investigaciones que las construcciones con acero vegetal resultan más beneficiosas con un promedio de 23% a un 35% respecto a las construcciones tradicionales en el Perú.

Limitaciones Al Desarrollar La Investigación

Planos De Vivienda De Bambú

Inicialmente se presentaron limitaciones con respecto a el plano con el que se iba a trabajar, ya que al ser un material flexible se buscaba un modelo que sea casi simétrico y no sea irregular para que de esta manera nos sea más accesible y nos ayude al momento de modelar y analizar sísmicamente, lo cual se comenzó a investigar y gracias a la mesa técnica de bambú de Piura me facilito distintos juegos de planos y luego se seleccionó el más conveniente para realizar el análisis.

Análisis Y Diseño Estructural En Bambú

Como el análisis en bambú no es un tema muy común en cualquier institución que brinda capacitaciones en temas estructurales entonces se comenzó a investigar en redes sociales acerca de cursos sobre el análisis y diseño en bambú y luego de aproximadamente un mes y medio se logró resolver el inconveniente ya que me contacte con el ingeniero Álvaro Ortiz de nacionalidad ecuatoriana que había tenido un proyecto reciente en Perú sobre el diseño y construcción de una vivienda en Perú y además brindaba cursos sobre bambú y madera y me capacitó para luego empezar a desarrollar mi trabajo de investigación.

Implicancias De La Investigación

Las implicancias que se tuvieron en cuenta al momento de obtener los resultados en el análisis sísmico como por ejemplo las distorsiones de entrepiso que para el sistema estructural de albañilería que se obtuvieron valores máximos a 0.0034 para albañilería y 0.01 para Bambú los cuales implicaron verificar si realmente estaban dentro del ratio establecido en la norma de sismorresistencia E.030 específicamente en la tabla N° 13 de esta tesis, que a la vez implicó al momento de hacer el diseño de elementos estructurales tales como columnas y zapatas, que en el caso de columnas se verificó que la cuantía se encuentre en el rango de 1% y el 6% como máximo según norma E.060 y de la misma manera al momento de realizar el diseño de zapatas el dato de capacidad portante equivalente a 1.5 kg/cm² que fue obtenida por una investigación previa de un doctorado para la localidad en estudio, esto implicó la revisión al momento de exportar las cargas del modelo de Etabs a Safe que los esfuerzos en las cimentaciones sean menor o igual a la capacidad portante. De la misma manera el diseño de elementos estructurales de Bambú como columnas, vigas principales y viguetas implicó realizar el chequeo con la norma vigente E.0100 de Bambú.

4.2 Conclusiones

El diseño de la edificación con caña guadua, cumple satisfactoriamente todos los controles sismorresistentes, los cuales evidencian que el modelo propuesto puede ser construido y habitado en la ciudad de Trujillo, distrito de la Esperanza garantizando seguridad en sus habitantes. Ya que, Él bambú es un material renovable y sostenible. A comparación de materiales con la mampostería, este material ofrece ventajas ambientales con respecto a los materiales tradicionales que contaminan y cuestan mucho más en manufacturación y traslado, de esta manera a él bambú se utiliza también como planta de reforestación. Esto implica dos cosas, la primera que le bambú reemplaza de una forma rápida y fácil cualquier área depredada de vegetación. Segundo, el bambú maximiza el área de reforestación cubriendo más metros cuadrados de vegetación. Es por ello por lo que si la madera, el acero y sistemas en concreto armado fueran reemplazados por el bambú en ciertas construcciones, la tala de la selva tropical se disminuiría en gran porcentaje. La biomasa que el bambú ofrece es única y máxima, así como su rápido crecimiento que lo hace económico y competitivo en el mundo y finalmente al encontrarnos en Trujillo una zona altamente sísmica el construir con bambú nos genera un peligro menor a las construcciones tradicionales ya que es de bajo peso y al proyectarse que ocurra un evento sísmico sus partes afectadas son más sencillas de recomponer y a la vez generan menos gastos económicos.

Asimismo, mediante el análisis de precios unitarios el costo total de la vivienda en bambú es equivalente a S/.119194.54, mientras que para albañilería es a S/.157099.52, en base a estos valores se concluye que la construcción de la vivienda en bambú resulta mucho más rentable que en albañilería en un 31.8% y con respecto al plazo de ejecución tenemos que el sistema en bambú tiene una duración de 76 días y 89 días para la vivienda de albañilería lo cual se concluye que la construcción en bambú es más rápido frente a la albañilería.

RECOMENDACIONES

Finamente se recomienda a los Estudiantes, profesionales y universidades del departamento de la libertad y el país entero a fomentar la investigación en temas vinculados a materiales alternativos para la construcción que sustituyan a los sistemas tradicionales como la albañilería y el concreto, cuyo proceso de producción generará un alto impacto negativo al medio ambiente que además de un valor económico elevado para las familias peruanas

Se propone a las instituciones como SENCICO y a otras de la industria de la construcción a realizar más capacitaciones con invitados peruanos, colombianos y ecuatorianos especialistas en el rubro para dar a conocer acerca del adecuado manejo y proceso constructivo del Bambú y poder contar con viviendas ecológicas y rentables para la sociedad peruana.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar un análisis no lineal especialmente para las viviendas de Bambú ya que es la metodología de análisis sísmico más completa de la actualidad.

REFERENCIAS

- Aguiar, R. (2015). Sistema de computación CEINCI3 para evaluar daño sísmico en los Países Bolivarios. Recuperado el 16 de Junio de 2020
- Aguilar, P. (2018). "Análisis Del Comportamiento Estructural Del Bambú del Tipo “Guadúa Angustifolia Kunth” Como Material De Construcción En Sustitución Del Hormigón Armado.”(Tesis Pregrado)". Universidad Politécnica Salesiana ,Quito-Ecuador.
- Aldaz.C. (2014). Metodología de investigación.
- Añazco.M. (2013). Estudio Vulnerabilidad del Bambú. Recuperado el 27 de noviembre de 2020, de <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/14.pdf>
- ASIMBAYA.M, A. Y. (2019). Análisis Comparativo De Sistemas Constructivos En Un Módulo De Departamentos Tipo De Interés Social Empleando Caña Guadúa Angustifolia Kunth Y Hormigón Armado, Ubicado En La Parroquia Guale, Cantón Paján, De La Provincia De Manabí. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=An%3%A1lisis+Comparativo+De+Sistemas+Constructivos+En+Un+M%3%B3dulo+De+Departamentos+Tipo+De+Inter%3%A9s+Social+Empleando+Ca%3B1a+Guad%3BAa+Angustifolia+Kunth+Y+Hormig%3Bn+Armado%2C+Ubicado
- Barnet, y. (2014). Bambú: una forma asequible, sostenible y duradera de construir en el Perú (Lima, Pisco, San Clemente y Chiclayo, Perú). Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es/dubai/14/bp0024.html>
- Boletín de Bambú. (2011). BAMBÚ: Biología, cultivo, Manejo y Usos en el Perú. 1.
- Danel.O. (2015). Metodología de la investigación Población y Muestra. Obtenido de https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/597/Y%3%A9sica_Mariluz_Tesis_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz.B. (2016). Análisis Comparativo: Uso De Bambú Vs. Perfiles De Acero Para Cobertura Liviana.
- Escamilla.M. (2010). Aplicación Básica de los Métodos Científicos.
- Frias, J. (2019). “Análisis del Comportamiento Estructural Y Beneficios de una Vivienda de Bambú Respecto a una de Albañilería Confinada en la Provincia de Piura”. Piura, Perú.
- Juarez.D. (2019). Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Uso+y+Rentabilidad+del+Bamb%3BA+como+Material+Estructural+de+Construcci%3Bn&btnG=
- LISBETH, A. Z. (2019). “Análisis Del Comportamiento Estructural Del Bambú Del Tipo “Guadúa Angustifolia Kunth” Como Material De Construcción En Sustitución Del Hormigón Armado.”. TESIS, 20. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17760/1/UPS%20-%20ST004332.pdf>
- López, A. (2011). Bambú” Biología, Cultivo, Manejo y Usos en el Perú. pag(20). Obtenido de http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/biblioteca-virtual/bambu/boletin_tecnico_bambu.pdf
- Lopez.E. (2014). Metodología cualitativa.
- Morán.J. (2015). Manual de construcción-Tercera Edición adaptada para Perú. Lima – Perú. Recuperado el 24 de noviembre de 2020, de http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf
- Norma E.020, N. (2019). Norma E.020 Cargas. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view>

Norma E.070 Albañilería. (2019). Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-albañileria-sencico.pdf>

Norma E.100-Bambú. (2011). 44. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/294-bambu-boletin-tecnico>

Norma técnica E.030 diseño sismorresistente. (2018). Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modifico-anexo-rm-n-355-2018-vivienda-1720685-1>

Orosco.A. (2009). El Bambú como Material Alternativo En La Construcción Arquitectónica. Recuperado el 27 de noviembre de 2020, de http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/14/TDE-2011-10-04T22:36:18Z-1460/Publico/oroscoangela_parte1.pdf

Paredes, V. (2017). Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto -2017(Tesis pregrado). Universidad César Vallejo,Lima-perú.

Peñaranda.D. (2015). Análisis Estructural De Una Vivienda Prototipo Prefabricada De Guadua Angustifolia Kunth. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=An%C3%A1lisis+Estructural+De+Una+Vivienda+Prototipo+Prefabricada+De+Guadua+Angustifolia+Kunth&btnG=

Salvatierra, B. (2019). “Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019”(tesis pregrado). Universidad César Vallejo,Lima-Perú.

Salvatierra.B. (2019). “Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019”. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46380>

SAPAICO RAMOS, E. (2018). Analisis Y Diseño Estructural De Los Elementos En Bambu De Una Edificacion De La Municipalidad Provincial De Satipo-2018.

Soler.P. (2017). Uso Del Bambú En La Arquitectura Contemporánea. Valencia. Recuperado el 24 de noviembre de 2020, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106203/SOLER%20-%20CSA-F0111%20Uso%20del%20bambu%20en%20la%20arquitectura%20contempor%C3%A1nea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vásquez, C. y. (2018). “Características Físicas y Mecánicas del Bambú para Fines Estructurales”. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=.+Caracter%C3%ADsticas+F%C3%ADsticas+y+Mec%C3%A1nicas+del+Bambu%20para+Fines+Estructurales.+Trujillo-Per%C3%BA.&btnG=

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Para esta investigación se tiene matriz de consistencia y la matriz operacional brindando una mayor facilidad al lector acerca del tema

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES DE ESTUDIO	METODOLOGÍA	POBLACIÓN - MUESTRA
¿Cuál es el comportamiento de los elementos estructurales de bambú frente a los de albañilería ante un análisis sismorresistente en una edificación de 2 niveles en la ciudad de Trujillo, distrito de la Esperanza, en el periodo 2022?	Los resultados de Una vivienda de bambú tienen un mejor comportamiento estructural ante los eventos sísmicos que garantiza resultados factibles y competentes para un estudio sismorresistente y resulta ser un material mucho más rentable en una edificación ecológica de bambú en la ciudad de Trujillo – distrito de la Esperanza	GENERAL: Analizar los comportamientos sismorresistentes y la rentabilidad de una vivienda de Bambú frente a una de albañilería confinada en una edificación de 2 niveles en el distrito de la Esperanza -Trujillo, 2022	Aplicación del bambú	El enfoque considerado para la investigación es el cuantitativo, ya que según (Lopez.E, 2014) Los investigadores desarrollan conceptos y comprensiones partiendo de pautas de los datos sin medición numérica para descubrir diferentes variables.	POBLACIÓN En la presente investigación se consideró como población, todos los modelos de Edificaciones residenciales compuestas a base de bambú y albañilería confinada tanto nacionales e internacionales, que cumplen los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones en el Distrito de la Esperanza - la libertad 2022.
		ESPECIFICOS - Realizar el análisis sísmico, diseño y presupuesto de una vivienda tradicional de albañilería confinada de 2 niveles. - Realizar el análisis sismorresistente, diseño y presupuesto de una residencia ecológica de Bambú de 2 niveles con la finalidad de analizar qué sistema constructivo es más rentable y rápido para su construcción.			

Comportamiento
sísmico de una
edificación de 2
niveles de bambú
respecto a una de
albañilería
confinada.

MUESTRA

-beneficios en el
rubro de la
construcción(cost
o)

Para dicha muestra se
modelaron ambas
edificaciones de 2 niveles
con un sistema de bambú
y otra con sistema
tradicional de albañilería
confinada en el Distrito
de La Esperanza-La
Libertad 2022.

Nota. Fuente. Elaboración Propia

ANEXO 02: MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Comportamiento sísmico de una edificación de 2 niveles de bambú respecto a una de albañilería confinada.	La intensidad con la que vibra un edificio resulta de las características del movimiento del terreno como de las propiedades dinámicas de la estructura. (Vásquez, 2015)	Es todo material que cumple con las especificaciones técnicas según el reglamento nacional de edificaciones Norma E-100 Bambú y Norma E.070 de albañilería para ser utilizada como material estructural en una vivienda (1 planta y 2 plantas)	Desplazamientos máximos en (m) Derivas máximas en (Δ /altura entrepiso) Fuerzas cortantes en la base en (Tonf) Momento flector (tonf/m) Periodos de Vibración en (segundos)	Simulación dinámica en los ejes “X” y “Y” mediante El método de elementos finitos, Fuerza cortante, momento flector y momento torsor mediante El método de elementos finitos. Periodos de todos los modos de Vibración mediante El método de elementos finitos

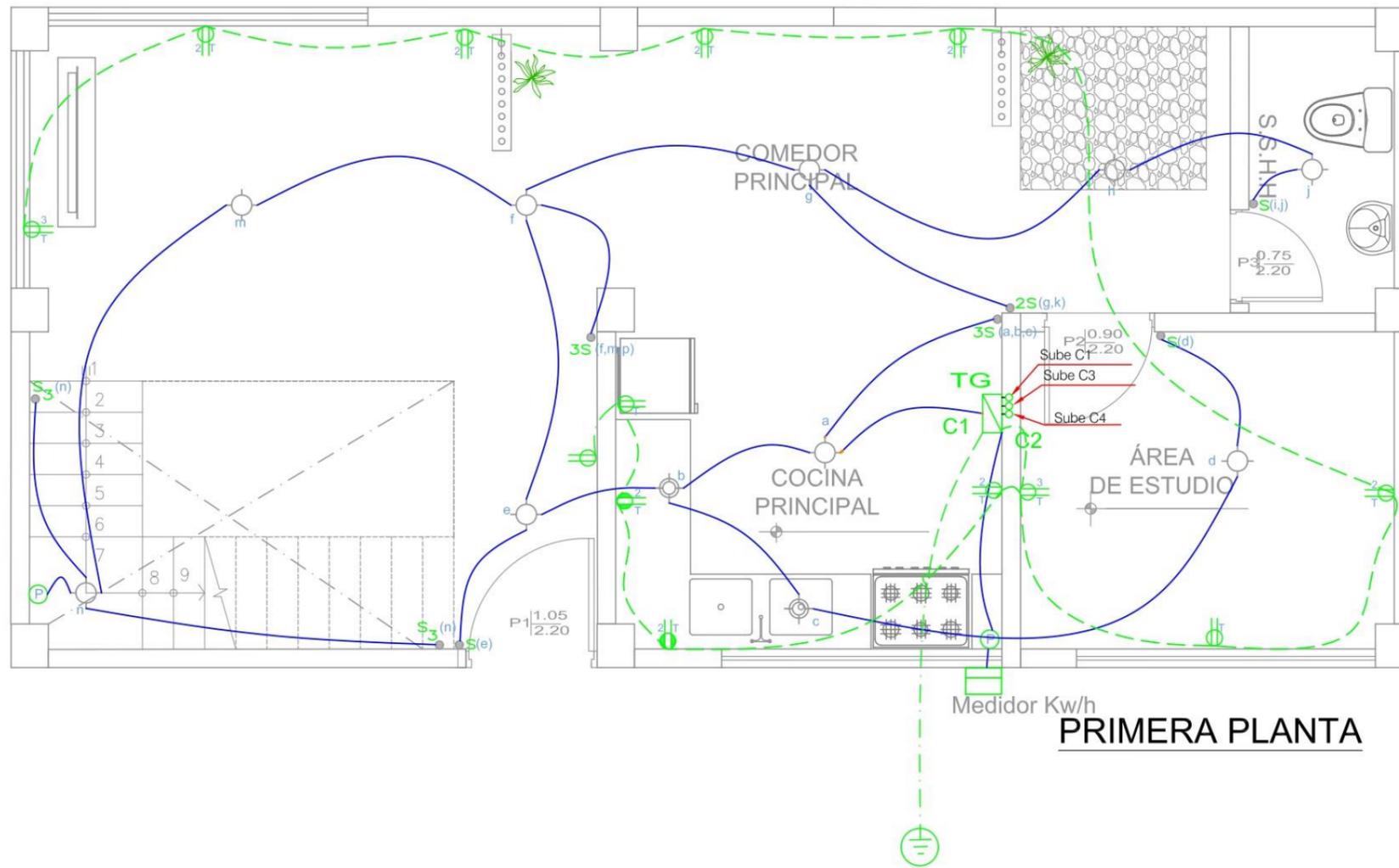
Nota. Fuente. Elaboración Propia

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Aplicación del bambú	“Se caracteriza por poseer forma cilíndrica y hueca con segmentos compuestos por entrenudos, separados transversalmente por tabiques o nudos. A mayor altura de la pared del culmo provoca la disminución del diámetro y el espesor mientras que la densidad, la concentración de fibras y la distancia entre nudos aumentan.” (Takeuchi, 2014)	El bambú debido a su flexibilidad lo hace un material antisísmico, permite aislar del frío, calor y ruido por las cámaras de aire que forman los troncos de bambú.	• Características físicas del bambú Propiedades mecánicas del bambú	Edad Diámetro Sección del culmo Resistencia a la flexión, compresión, corte y Módulo de elasticidad en (kg/cm ²).

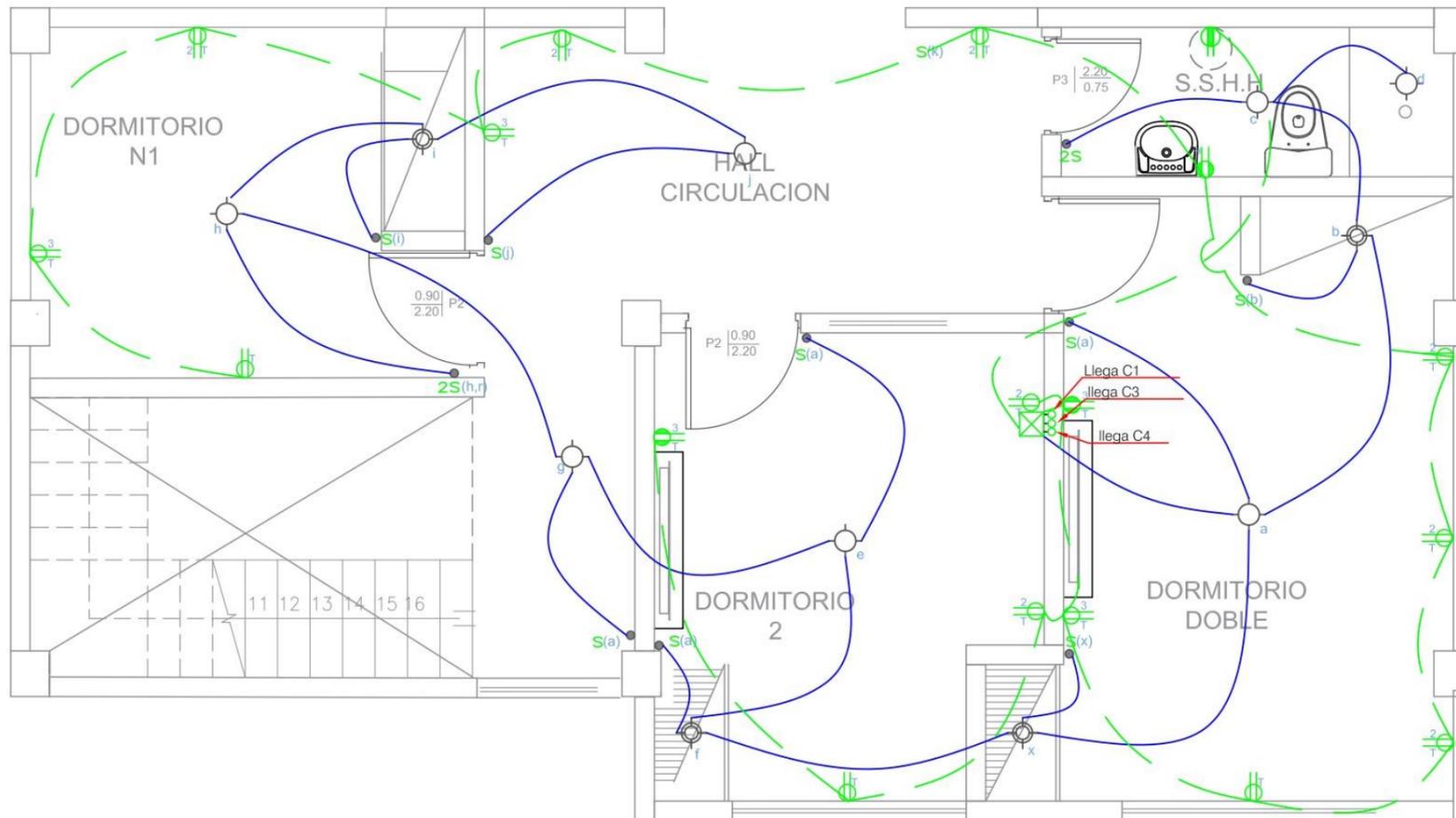
Nota. Fuente. Elaboración Propia

ANEXO 03: INSTALACIONES ELECTRICAS

PRIMERA PLANTA: INSTALACIONES ELECTRICAS

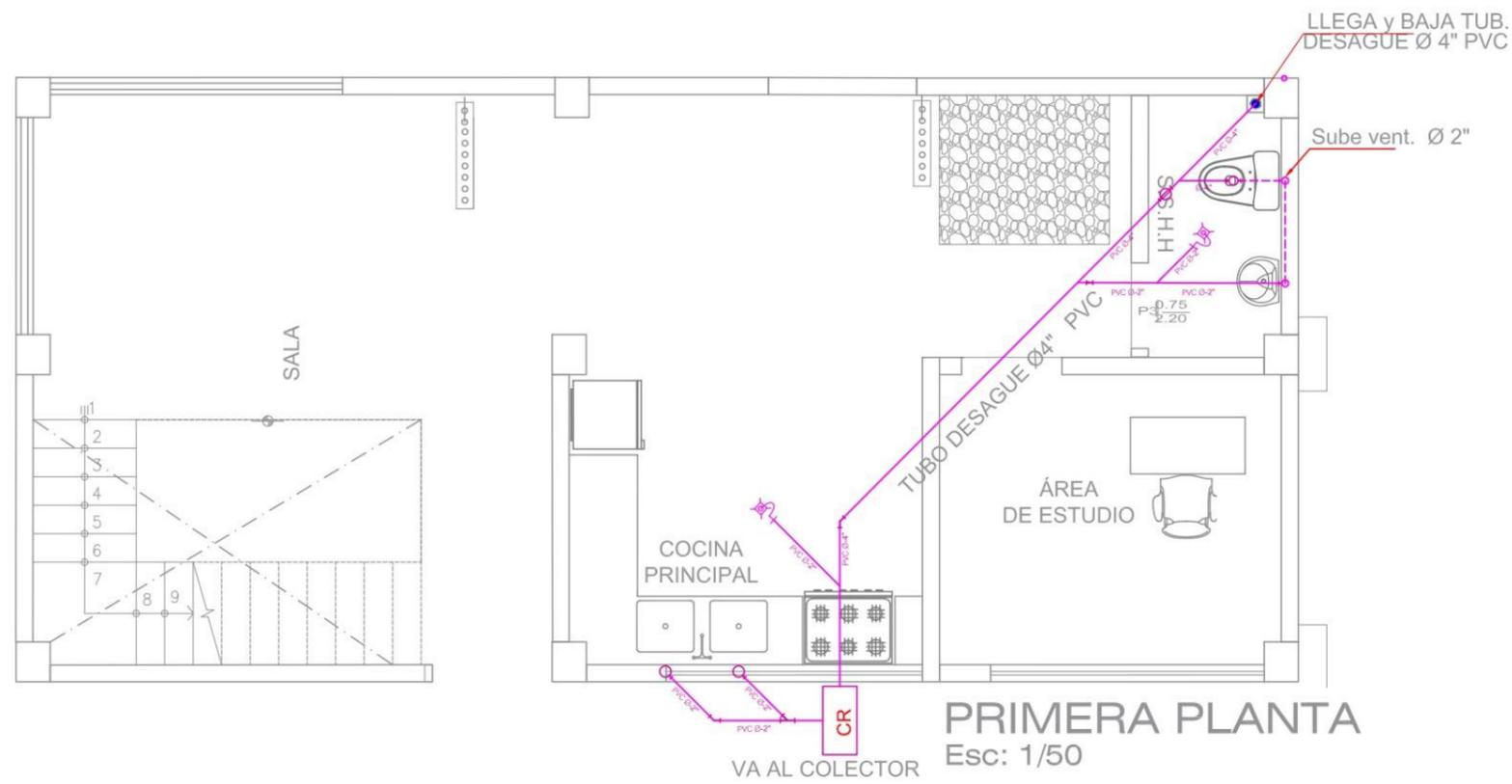


SEGUNDA PLANTA: INSTALACIONES ELECTRICAS

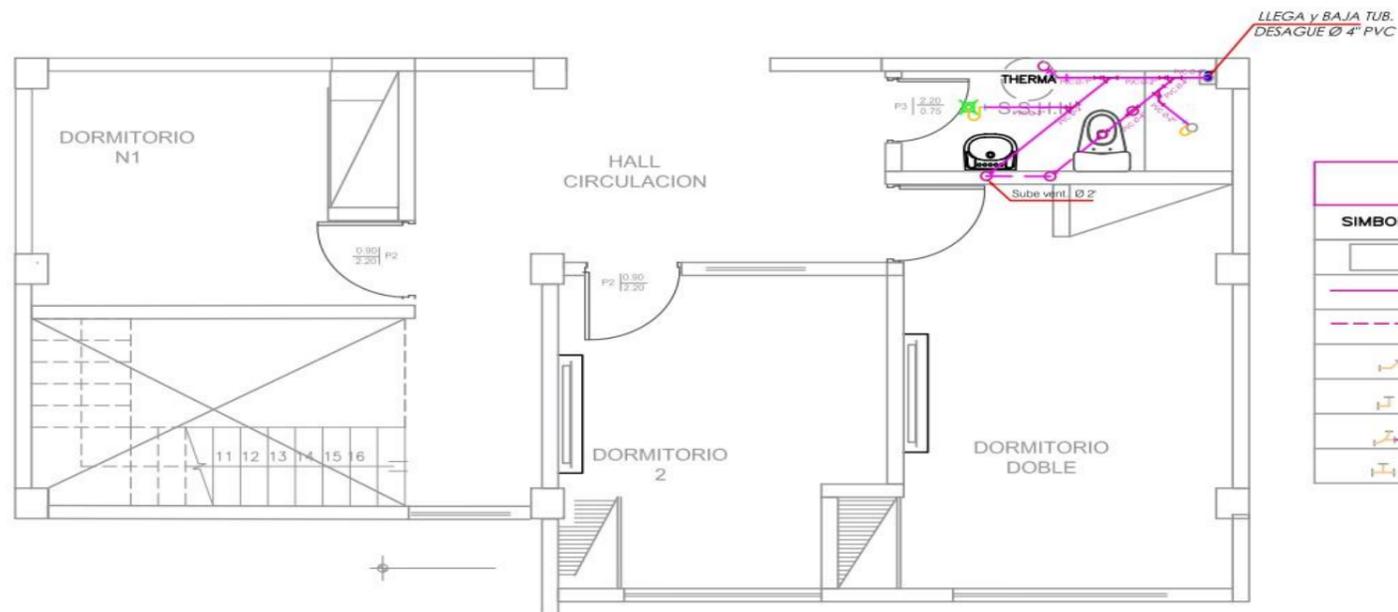


ANEXO 04: INSTALACIONES SANITARIAS

PRIMERA PLANTA: INSTALACIONES SANITARIAS



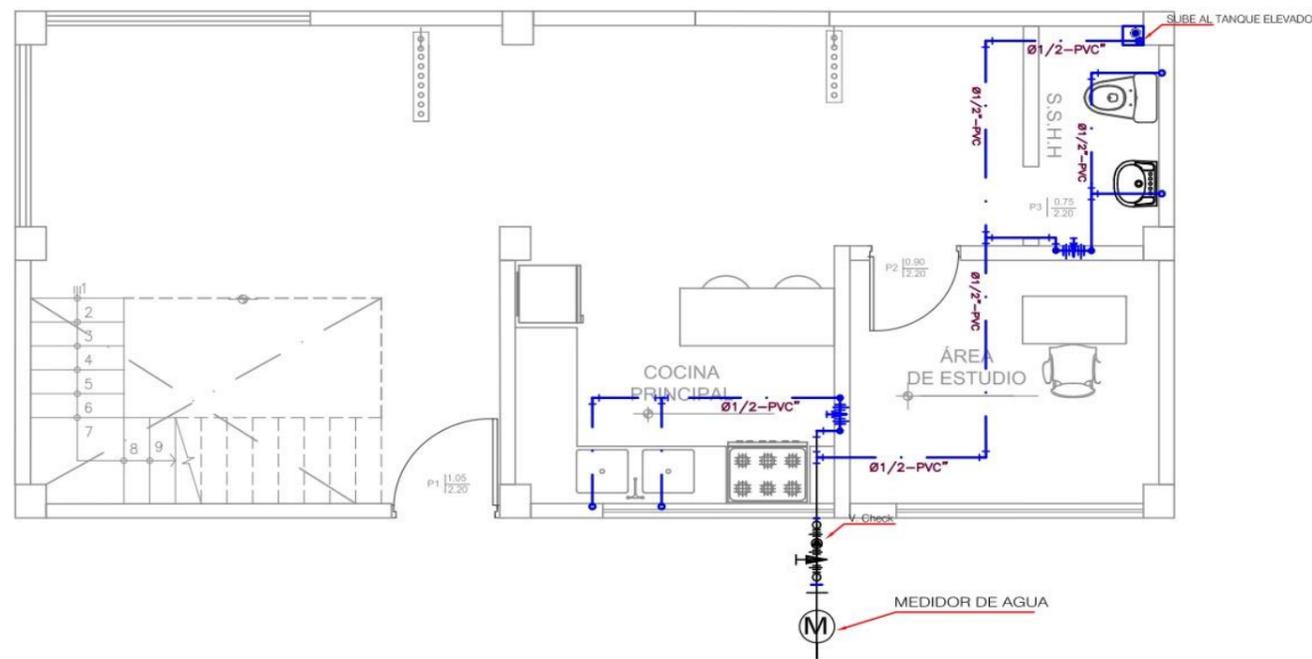
SEGUNDA PLANTA: INSTALACIONES SANITARIAS



LEYENDA DESAGUE			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA DE REGISTRO		TEE SANITARIA
	TUBERIA DE DESAGUE		"Y" SANITARIA SIMPLE
	TUBERIA DE VENTILACION		REDUCCION
	CODO DE 45°		TRAMPA "P"
	CODO DE 90°		TERMINAL DE VENTILACION EN TECHO
	CODO DE 90° CON VENT.		REGISTRO ROSCADO DE BRONCE
	TEE RECTA		SUMIDERO

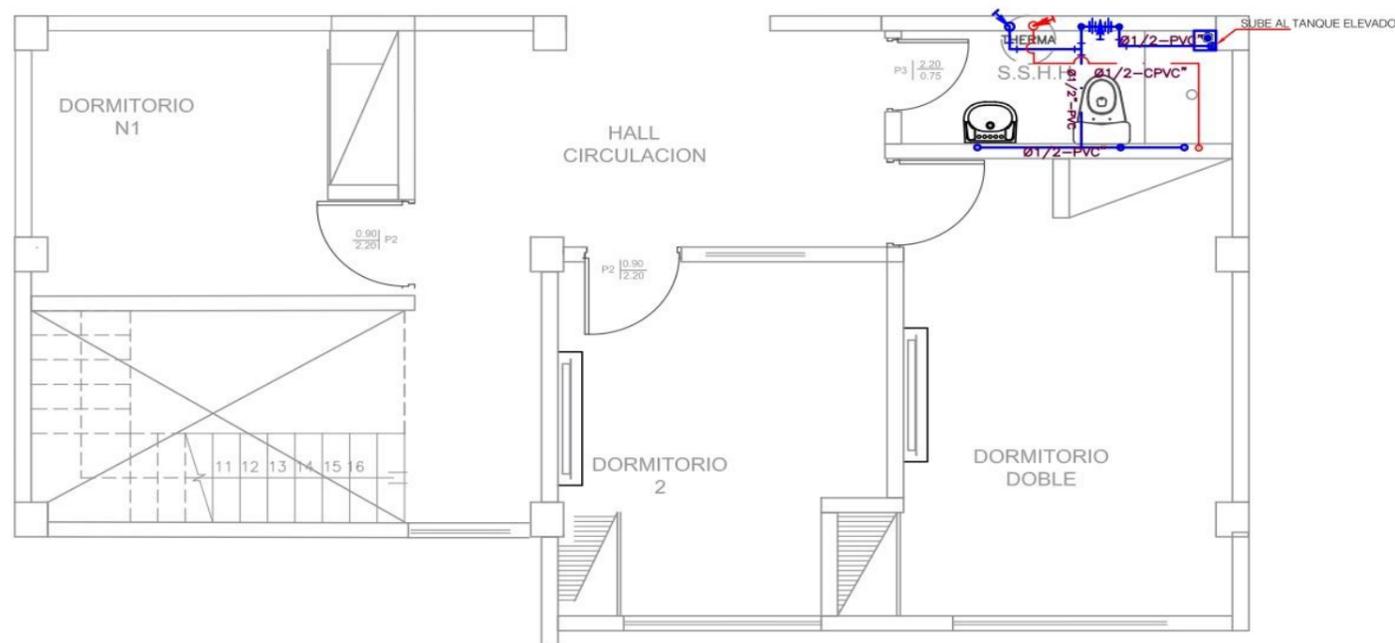
ANEXO 05: INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

PRIMERA PLANTA: INSTALACIONES DE AGUA



LEYENDA DE AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUB. DE AGUA CALIENTE C-PVC
	TUB. DE AGUA FRIA C-PVC
	BAJA CODO DE 90°
	SUBE CODO DE 90°
	TEE
	CODO DE 90°
	REDUCCION
	VALVULA RETENCION (CHECK)
	UNION UNIVERSAL
	VALVULA DE COMPUERTA
	CRUCE DE TUBERIA

SEGUNDA PLANTA: INSTALACIONES DE AGUA



LEYENDA DE AGUA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUB. DE AGUA CALIENTE C-PVC
	TUB. DE AGUA FRIA C-PVC
	BAJA CODO DE 90°
	SUBE CODO DE 90°
	TEE
	CODO DE 90°
	REDUCCION
	VALVULA RETENCION (CHECK)
	UNION UNIVERSAL
	VALVULA DE COMPUERTA
	CRUCE DE TUBERIA

ANEXO 06: PRESUPUESTO DE VIVIENDA EN ALBAÑILERIA CONFINADA

PRESUPUESTO

PROYECTO: VIVIENDA EN ALBAÑILERIA CONFINADA
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: ESPERANZA - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 02-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
1	SALIDA PARA LUZ -INTERRUPTORES				4,229.86
1.1	SALIDA DE TECHO (CENTRO DE LUZ) □	PTO	22.00	39.74	874.28
1.2	SALIDA PARA INTERRUMPTORES SIMPLE	PTO	12.00	68.67	824.04
1.3	SALIDA PARA INTERRUMPTORES DOBLE	PTO	3.00	75.54	226.62
1.4	SALIDA PARA INTERRUPTOR TRIPLE	PTO	4.00	83.08	332.32
1.5	SALIDA PARA TOMACORRIENTES MONOFASICOS BAJO Y ALTO	PTO	7.00	35.08	245.56
1.6	CAJA DE PASO CUADRADA	PTO	1.00	9.94	9.94
1.7	SALIDA PARA TOMACORRIENTES DOBLE	PTO	16.00	62.96	1,007.36
1.8	SALIDA PARA TOMACORRIENTES TRIPLE	PTO	7.00	47.70	333.90
1.9	SALIDA PARA ANTENA DE TELEVISIÓN TELEVISION O CABLE	PTO	4.00	47.70	190.80
1.10	SALIDA PARA TERMA	PTO	1.00	68.67	68.67
1.11	SALIDA PARA TABLERO GENERAL	PTO	1.00	68.67	68.67
1.12	SALIDA PARA POZO CONEXION PUESTA A TIERRA	PTO	1.00	47.70	47.70
2	TUBERIAS PARA ELECTRICAS				3,599.05
2.1	TUBERIA de ? 20 mm MEDIDOR A TG □	M	9.25	5.09	47.08
2.2	TUBERIA PVC 20 mm ALUMBRADO AREAS COMUNES □	M	142.81	5.09	726.90
2.3	TUBERIA de ? 20 mm PVC TOMACORRIENTE □	M	88.94	5.09	452.70
2.4	TUBERIA PVC TELEVISION O CABLE □□	M	15.92	5.09	81.03
2.5	TUBERIA PVC THERMA □□□	M	8.59	5.09	43.72
2.6	TUBERIA PVC CONEXION PUESTA A TIERRA □□□□	M	4.83	5.09	24.58
2.7	CLAVEADO PARA ELECTRICAS				0.00
2.8	CABLEADO MEDIDOR A TG - 1 □	M	26.94	4.98	134.16
2.9	CABLEADO PVC TOMACORRIENTE □	M	183.83	4.98	915.47
2.10	CABLEADO DE TELEVISION O CABLE □	M	15.92	4.98	79.28
2.11	CABLEADO PVC CONEXION PUESTA A TIERRA □□□	M	10.26	4.98	51.09
2.12	CABLEADO ALUMBRADO AREAS COMUNES , 1.5 mm2 □□□□	M	301.43	3.25	979.65
2.13	CABLEADO THERMA □□□□□	M	17.18	3.69	63.39
3	OBRAS PROVICIONALES				276.90
3.1	CORTE SUPERFICIAL MANUAL, E=0.20M	M3	15.00	3.94	59.10
3.2	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	M2	60.00	1.84	110.40
3.3	TRAZO Y REPLANTEO DE EJES Y NIVELES	M2	60.00	1.79	107.40
4	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,379.31
4.1	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.60M MATERIAL SUELTO	M3	24.42	20.60	503.05
4.2	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=0.90 M MATERIAL SUELTO	M3	14.27	15.45	220.47
4.3	MATERIAL DE PRESTAMO PARA RELLENOS	M3	15.83	19.89	314.86

PRESUPUESTO

PROYECTO: VIVIENDA EN ALBAÑILERÍA CONFINADA
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: ESPERANZA - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 02-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
4.4	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL A DME PARA D<= 1 KM	M3	53.69	6.35	340.93
5	CONCRETO SIMPLE				3,066.39
5.1	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C.H, 1:12	M2	15.27	27.66	422.37
5.2	CONCRETO PARA CIMIENTOS CICLÓPEO 1:10+30% PG	M3	10.53	164.83	1,735.66
5.3	CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO CICLÓPEO 1:8+25% PM	M3	1.41	212.51	299.64
5.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO	M2	17.93	33.95	608.72
6	CONCRETO ARMADO				60,329.00
6.1	ZAPATAS				3,851.34
6.1.1	CONCRETO PARA ZAPATAS F'C=210 KG/CM2	M3	9.16	290.91	2,664.74
6.1.2	ACERO DE REFUERZO EN ZAPATAS F'Y = 4200 KG/CM2	KG	142.62	8.32	1,186.60
6.2	VIGAS DE CIMENTACIÓN				10,104.30
6.2.1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2-VIGAS DE CONEXIÓN	M2	9.23	299.09	2,760.60
6.2.2	ACERO Fy=4200 KG/CM2-VIGA DE CONEXIÓN	KG	886.92	8.28	7,343.70
6.3	COLUMNAS				14,761.30
6.3.1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2-COLUMNAS	M2	5.86	285.34	1,672.09
6.3.2	ACERO DE REFUERZO EN COLUMNAS F'Y = 4200 KG/CM2	KG	1,238.44	7.37	9,127.30
6.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2	81.32	48.72	3,961.91
6.4	VIGAS				20,198.64
6.4.1	CONCRETO F'C=210 KG/CM2-VIGAS	M2	14.50	285.34	4,137.43
6.4.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	M2	87.90	47.35	4,162.07
6.4.3	ACERO DE REFUERZO F'Y = 4200 KG/CM2 EN VIGAS	KG	1,442.32	8.25	11,899.14
6.5	LOSA ALIGERADA				11,413.42
6.5.1	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 LOSA ALIGERADA	M2	11.91	292.21	3,480.22
6.5.2	LADRILLO PARA TECHO 0.30x0.3x0.15 cm	M2	532.29	2.98	1,586.22
6.5.3	Encofrado y Desencofrado Losa Aligerada	M2	91.52	50.31	4,604.37
6.5.4	ACERO Fy=42000 KG/CM2 EN LOSA ALIGERADA	KG	332.56	5.24	1,742.61
7	MUROS Y TABIQUES				11,261.04
7.1	MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, N-SOG. MEZCLA 1:5	M2	116.10	49.75	5,775.98
7.2	MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA, N-CAB. MEZCLA 1:5	M2	67.60	81.14	5,485.06
8	REVOQUES Y ENLUCIDOS				9,137.99
8.1	TARRAJEO EN INTERIORES 1:5	M2	183.70	15.64	2,873.07
8.2	TARRAJEO EN EXTERIORES C/MORTERO 1:5	M2	183.70	14.59	2,680.18
8.3	TARRAJEO EN COLUMNAS	M2	60.80	19.46	1,183.17
8.4	TARRAJEO EN VIGAS	M2	75.70	22.97	1,738.83
8.5	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS Y VENTANAS	M2	62.70	10.57	662.74

PRESUPUESTO

PROYECTO: VIVIENDA EN ALBAÑILERIA CONFINADA
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: ESPERANZA - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 02-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
9	CIELORRASOS				2,333.69
9.1	CIELORRASO CON MEZCLA DE CEMENTO- ARENA 1:5	M2	109.00	21.41	2,333.69
10	PISOS Y PAVIMENTOS				9,963.59
10.1	FALSO PISO C:H, E = 4"	M2	45.90	26.94	1,236.55
10.2	CONTRAPISOS, C:H, E = 2.5 CM	M2	45.90	18.26	838.13
10.3	PISO DE CERAMICA 45x45 CM, ALTO TRANSITO	M2	91.70	63.53	5,825.70
10.4	CERAMICA DE PARED	M2	27.90	73.95	2,063.21
11	ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS				2,923.42
11.1	CONTRAZOCALO DE CERAMICA DE COLOR 10X30 CM	M2	99.20	29.47	2,923.42
12	CARPINTERIA DE MADERA				2,707.92
12.1	PUERTA DE MADERA CEDRO P-1 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
12.2	PUERTA DE MADERA CEDRO P-2 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
12.3	PUERTA DE MADERA CEDRO P-3 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
12.4	PUERTA DE MADERA CEDRO P-4 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
12.5	VENTANA METALICA	M2	8.00	110.25	882.00
13	CARPINTERIA DE MADERA				2,727.41
13.1	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS Y COLUMNAS	M2	428.20	4.45	1,905.49
13.2	PINTURA LATEX DOS MANOS CIELORRASO Y VIGAS	M2	184.70	4.45	821.92
14	APARATOS Y ACCESORIOS EN SS.HH				2,026.68
14.1	INODORO CON TANQUE Y ACCESORIOS	UND	2.00	305.18	610.36
14.2	LAVATORIO, ACCESORIOS Y GRIFERIA	UND	2.00	416.96	833.92
14.3	DUCHA Y ACCESORIOS	UND	2.00	127.98	255.96
14.4	PORTAPAPEL	UND	2.00	36.71	73.42
14.5	PAPELERA	UND	2.00	31.43	62.86
14.6	DISPENSADOR DE JABÓN LÍQUIDO	UND	2.00	67.88	135.76
14.7	ESPEJO 33.5 X 43.5 CM (espesor 4 mm.)	UND	2.00	27.20	54.40
15	SISTEMA DE AGUA FRIA				1,328.28
15.1	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERIA PVC SAP DE 1/2"	PTO	17.00	40.42	687.14
15.2	REDES DE DISTRIBUCIÓN				245.26
15.2.1	TUBERIA PVC CLASE 10 AGUA POTABLE DE 1/2" □	M	33.09	6.83	226.00
15.2.2	TUBERIA PVC CLASE 10 AGUA CALIENTE DE 1/2" □	M	2.82	6.83	19.26
15.3	ACCESORIOS DE PVC AGUA				0.00
15.4	CODO DE 90° PVC SAP 1/2"	UND	8.00	7.25	58.00
15.5	? TEE PVC SAP 1/2"	UND	6.00	7.17	43.02
15.6	UNION UNIVERSAL DE PVC SAP 1/2"	UND	7.00	11.75	82.25

ANEXO 07: PRESUPUESTO DE VIVIENDA EN BAMBÚ

PRESUPUESTO

PROYECTO: CASA ECOLOGICA DE BAMBÚ
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 10-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
1	OBRAS PROVISIONALES				217.80
1.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	M2	60.00	1.84	110.40
1.2	TRAZO Y REPLANTEO DE EJES Y NIVELES	M2	60.00	1.79	107.40
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				717.31
2.1	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.10M MATERIAL SUELTO	M3	7.74	20.60	159.44
2.2	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=0.90 M MATERIAL SUELTO	M3	9.51	15.45	146.93
2.3	MATERIAL DE PRESTAMO PARA RELLENOS	M3	10.36	19.89	206.06
2.4	TRANSPORTE DE ELIMINACION DE MATERIAL A DME PARA D<= 1 KM	M3	32.27	6.35	204.88
3	CONCRETO SIMPLE				961.23
3.1	CONCRETO PARA SOLADOS, E=0.10 M. C.H. 1:12	M2	7.04	27.68	194.87
3.2	CONCRETO PARA CIMIENTOS CICLÓPEO 1:10+30% PG	M3	0.00	162.90	0.00
3.3	CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO CICLÓPEO 1:8+25% PM	M3	1.15	212.65	244.55
3.4	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO	M2	15.37	33.95	521.81
4	CONCRETO ARMADO				8,381.06
4.1	ZAPATAS				0.00
4.2	CONCRETO PARA ZAPATAS F'c=210 KG/CM2	M3	2.82	291.09	820.87
4.3	ACERO DE REFUERZO EN ZAPATAS F'Y = 4200 KG/CM2	KG	67.32	8.25	555.39
4.4	VIGAS DE CIMENTACIÓN				0.00
4.5	CONCRETO F'c=210 KG/CM2-VIGAS DE CONEXIÓN	M2	4.40	299.12	1,316.13
4.6	ACERO Fy=4200 KG/CM2-VIGA DE CONEXIÓN	KG	693.74	8.20	5,688.67
5	PREPARACION DEL BAMBÚ ESTRUCTURAL				3,810.68
5.1	PRESERVACION QUIMICA AL BAMBÚ - metodo de inmersión de pentaborato	M3	2,128.87	1.79	3,810.68
6	COLUMNAS				17,171.79
6.1	corte Rectos a Medidas de columnas de Bambú D=15cm	M	1.00	5.33	5.33
6.2	PREPARACION DEL BAMBÚ (PARA COLUMNA)	M/DIA	513.45	4.98	2,556.98
6.3	CONFECCION DE COLUMNA DEL BAMBÚ	M/DIA	513.45	4.08	2,094.88
6.4	ACERO Fy=4200 KG/CM2- CON GANCHOS EN COLUMNAS	KG	1,610.63	7.77	12,514.60
7	VIGAS PRINCIPALES				4,227.06
7.1	corte Rectos a Medidas de vigas Principales de Bambú D=15cm	M	261.90	7.08	1,854.25
7.2	PREPARACION DEL BAMBÚ (PARA VIGAS PRINCIPALES)	M/DIA	261.90	4.98	1,304.26
7.3	CONFECCION DE VIGA PRINCIPAL DEL BAMBÚ	M/DIA	261.90	4.08	1,068.55
8	VIGUETAS				5,124.28
8.1	corte Rectos a Medidas de viguetas de Bambú D=15cm	M	356.10	5.33	1,898.01
8.2	PREPARACION DEL BAMBÚ (PARA VIGUETAS)	M/DIA	356.10	4.98	1,773.38
8.3	CONFECCION DE VIGUETAS DE BAMBÚ	M/DIA	356.10	4.08	1,452.89

PRESUPUESTO

PROYECTO: CASA ECOLOGICA DE BAMBU
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 10-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
9	PISOS ECOLOGICOS				5,602.45
9.1	REGLADO DE PISOS E = 5 CM	M2	5.66	37.42	211.80
9.2	VACIADO DE PISOS E = 5 CM	M2	5.66	28.43	160.91
9.3	Pisos de Bambú (Caña Chancada)	m2	113.10	46.24	5,229.74
10	CABLES TENSORES DE ACERO				316.35
10.1	CABLES TENSORES DE ACERO	M/DIA	55.50	5.70	316.35
11	ESCALERAS				884.69
11.1	CONFECCION DE ESCALON DE BAMBU	M/DIA	118.75	7.45	884.69
12	CUBIERTA 2 AGUAS				5,590.99
12.1	PREPARACION Y CONFECCION DE CUBIERTA DEL BAMBU	M/DIA	385.42	7.83	3,017.84
12.2	MONTAJE DE TECHO LIVIANO C/ ETERNIT	M2/DIA	127.51	20.18	2,573.15
13	MUROS DE BAMBU Y PAREDES DE CAÑA CHANCADA				10,020.93
13.1	culmos de bambu D=15cm para paredes	M/DIA	374.50	7.83	2,932.34
13.2	Paredes de Bambú (Caña Chancada)	m2	153.30	46.24	7,088.59
14	REVOQUES Y ENLUCIDOS				5,492.68
14.1	TARRAJEO EN INTERIORES DE PAREDES	M2	183.70	10.46	1,921.50
14.2	TARRAJEO EN EXTERIORES DE PAREDES	M2	183.70	10.46	1,921.50
14.3	PAÑETE EN PAREDES	M2	367.41	4.49	1,649.68
15	PISOS Y PAVIMENTOS				0.00
16	CARPINTERIA DE MADERA				2,707.92
16.1	PUERTA DE MADERA CEDRO P-1 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
16.2	PUERTA DE MADERA CEDRO P-2 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
16.3	PUERTA DE MADERA CEDRO P-3 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
16.4	PUERTA DE MADERA CEDRO P-4 INC. ACCESORIOS E INSTALACION	UND	2.00	228.24	456.48
16.5	VENTANA METALICA	M2	8.00	110.25	882.00
17	PINTURA DE MADERA				6,198.31
17.1	PINTURA LATEX DOS MANOS EN MUROS Y COLUMNAS	M2	367.40	4.45	1,634.93
17.2	PINTADO DE ARMADURA Y ELEMENTOS DE BAMBU	M	1,635.62	2.79	4,563.38
17.3	CABLEADO THERMA □□□□□□	M	17.18	3.69	3,662.44
17.4	CABLEADO ALUMBRADO AREAS COMUNES , 1.5 mm2 □□□□□□	M	301.43	3.25	979.65
17.5	CABLEADO PVC CONEXION PUESTA A TIERRA □□□□	M	10.26	4.98	51.09
17.6	CABLEADO DE TELEVISION O CABLE □□	M	15.92	4.98	79.28
17.7	CABLEADO PVC TOMACORRIENTE □□	M	183.83	4.98	915.47
17.8	CABLEADO MEDIDOR A TG - 1 □□	M	26.94	4.98	134.16
17.9	CLAVEADO PARA ELECTRICAS				0.00

PRESUPUESTO

PROYECTO: CASA ECOLOGICA DE BAMBÚ
 CLIENTE: WINSTON ROJAS GUTIERREZ
 UBICACION: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA BASE: 10-11-2021 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
20.2	VÁLVULA CHECK DE BRONCE DE 1/2"	UND	1.00	44.83	44.83
20.3	NIPLE DE PVC SAP DE 1/2"	UND	7.00	15.99	111.93
20.4	UNION UNIVERSAL DE PVC SAP 1/2"	UND	7.00	11.75	82.25
20.5	?TEE PVC SAP 1/2"	UND	6.00	7.17	43.02
20.6	CODO DE 90° PVC SAP 1/2"	UND	8.00	7.25	58.00
20.7	ACCESORIOS DE PVC AGUA				1,825.43
20.7.1	TUBERIA PVC CLASE 10 AGUA CALIENTE DE 1/2" □	M	2.82	6.83	19.26
20.7.2	TUBERIA PVC CLASE 10 AGUA POTABLE DE 1/2" □	M	33.09	6.83	226.00
20.8	REDES DE DISTRIBUCIÓN □□□				0.00
20.9	SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERÍA PVC SAP DE 1/2"	PTO	17.00	40.42	687.14
21	SISTEMA DE AGUA FRIA □□□				2,026.68
21.1	ESPEJO 33.5 X 43.5 CM (espesor 4 mm.)	UND	2.00	27.20	54.40
21.2	DISPENSADOR DE JABÓN LÍQUIDO	UND	2.00	67.88	135.76
21.3	PAPELERA	UND	2.00	31.43	62.86
21.4	PORTAPAPEL	UND	2.00	36.71	73.42
21.5	DUCHA Y ACCESORIOS	UND	2.00	127.98	255.96
21.6	LAVATORIO, ACCESORIOS Y GRIFERIA	UND	2.00	416.96	833.92
21.7	INODORO CON TANQUE Y ACCESORIOS	UND	2.00	305.18	610.36
22	APARATOS Y ACCESORIOS EN SS.HH □□□				0.00
COSTO DIRECTO					90,189.57
GASTOS GENERALES 7%					6,313.27
UTILIDAD 5%					4,509.48
SUB TOTAL					101,012.32
IGV 18%					18,182.22
TOTAL PRESUPUESTO					119,194.54

SON: CIENTO DIECINUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO CON 54/100 SOLES

**COTIZACIONES POR ESPECIALIDADES EN SODIMAC Y PROMART-
TRUJILLO LA ESPERANZA**

ANEXO 08: COTIZACIÓN ARQUITECTURA-VIVIENDA DE ALBAÑILERIA

LISTA DE MATERIALES Y INSUMOS	PRECIOS EN EMPRESAS DE:	
	SODIMAC	PROMART
Ladrillo King Kong 18 huecos(UND)	S/0.80	S/0.80
ladrillo de techo 15x30x30(UND)	Producto no disponible	S/2.50
Cemento Mochica(Bolsa)	S/23.20	S/23.20
Ceramico de color de 45 x 45 cm(M2)	S/29.90	Producto no disponible
Porcelanato (M2)	S/24.90	Producto no disponible
Balde de Pintura latex	S/33.00	Producto no disponible
Base imprimante(1 gl)	S/24.00	Producto no disponible
Fragua para cerámicos(1kg)	S/7.20	Producto no disponible
Pegamento para cerámicas interiores 25 kg gris	S/15.90	Producto no disponible
Esmalte sintético(1gl)	S/45.00	S/45.00
Cerradura sobreponer blindada 800(c/u)	S/81.90	Producto no disponible
Bisagra 3" x 3" bronce x 2 und	S/23.90	Producto no disponible
Cruceta 3mm(C/U)	S/6.90	Producto no disponible
Cola sintética(1 gl)	S/21.90	S/21.90
Lijas madera(C/U)	S/2.90	S/2.90

ANEXO 09: COTIZACIÓN ESTRUCTURAS-VIVIENDA DE ALBAÑILERIA

LISTA DE MATERIALES Y INSUMOS	PRECIOS EN EMPRESAS DE:	
	SODIMAC	PROMART
Acero corrugado 3/4" (C/U)	S/106.63	S/90.16
Barra de 5/8" (C/U)	S/72.52	S/61.31
Estribos 3/8" (C/U)	S/26.14	S/22.11
Aceros 1/2" (C/U)	S/46.90	S/39.65
Alambre recocido n°16 (C/U)	S/9.50	S/9.50
Alambre recocido n°8 (C/U)	S/86.00	S/86.00
Cal en bolsa de 20 kg (C/U)	S/15.50	S/15.50
Clavos para carpintería 2 1/2" (kg)	S/8.10	S/5.50
Yeso 2kg	S/4.90	Producto no disponible
Wincha (C/U)	S/17.90	S/19.90
Aceite Motor (1 Litro)	S/13.50	S/14.90
Cono 28" (C/U)	S/39.90	S/25.00
Guantes de Cuero (C/U)	S/17.90	S/9.20
Casco de protección	S/4.90	S/4.60
Cinta de señalización 200 m (C/U)	S/37.90	S/46.50
Botas de seguridad	S/74.90	S/27.90
Malla de seguridad	S/45.50	S/45.50
Lentes de seguridad	S/5.90	S/3.50
Chaleco reflector	S/10.90	S/9.20

ANEXO 10: COTIZACIÓN INSTALACIONES ELECTRICAS

LISTA DE MATERIALES Y INSUMOS	PRECIOS EN EMPRESAS DE:	
	SODIMAC	PROMART
Cinta aislante (C/U)	S/2.90	S/6.90
Pegamento para PVC (C/U)	S/14.90	S/14.90
Curva SAP 1/2" (C/U)	S/1.90	S/1.50
Caja rectangular 1/2" (C/U)	S/2.50	Producto no disponible
Unión PVC 1/2" (C/U)	S/0.90	Producto no disponible
Interruptor simple (C/U)	S/16.90	S/14.90
Interruptor Doble (C/U)	S/25.90	S/23.00
Interruptor Triple (C/U)	Producto no disponible	S/31.90
Tomacorriente simple (C/U)	S/17.90	Producto no disponible

Tomacorriente Doble(C/U)	S/35.90	S/32.90
Tomacorriente Triple(C/U)	Producto no disponible	S/14.90
Tubería de ½ PVC (C/U)	S/7.90	S/7.80
Tubo ¾”	S/10.90	S/9.50
Cable 4 mm ²	S/283.50	S/309.00
Tablero(C/U)	S/27.90	S/15.90
Interruptor termomagnético(C/U)	S/35.70	Producto no disponible

ANEXO 11: COTIZACIÓN INSTALACIONES SANITARIAS

LISTA DE MATERIALES Y INSUMOS	PRECIOS EN EMPRESAS DE:	
	SODIMAC	PROMART
Inodoro con tanque y accesorios (C/U)	S/464.00	S/272.00
Lavatorio accesorios y grifería (C/U)	S/122.90	S/42.90
Pedestal Vallarta Blanco(C/U)	S/60.00	S/57.00
Llave de lavatorio(C/U)	S/29.90	Producto no disponible
Duchas(C/U)	S/62.90	Producto no disponible
Porta papel(C/U)	Producto no disponible	S/29.90
Papelera(C/U)	S/21.90	S/31.90
Dispensador de jabón líquido (C/U)	S/69.90	S/64.90
Espejos Básico(C/U)	S/19.90	S/16.90
Tubería PVC clase 10 agua potable de 1/2"(C/U)	S/11.80	S/12.90
Codo de 90° PVC SAP 1/2" (C/U)	S/2.90	S/2.50
Tee PVC SAP 1/2" (C/U)	S/2.40	S/2.40
Unión universal de PVC SAP 1/2" (C/U)	S/2.90	S/2.90
Niple de PVC SAP de 1/2" (C/U)	S/7.90	S/7.90
Válvula check de bronce de 1/2" (C/U)	S/22.90	Producto no disponible
Válvula de compuerta de bronce de 1/2" (C/U)	S/39.90	S/35.90
Tubería de desagüe de PVC - SAP 2" (C/U)	S/14.40	Producto no disponible
Tubería de desagüe de PVC - SAP 4" (C/U)	S/33.10	S/33.00
Codo 2" x 45°(C/U)	S/1.53	S/2.50
Codo 2" x 90°(C/U)	S/2.00	S/2.00
Yee 2"(C/U)	S/4.40	S/5.70
Yee 4"(C/U)	S/15.90	S/17.90
Yee de 4" a 2"(C/U)	S/9.00	S/8.70
Codo 4" x 45(C/U)	S/7.11	S/6.90

Codo 4" x 90(C/U)	S/7.10	S/8.50
Registro de bronce de 4"(C/U)	S/67.90	S/67.90
Registro de bronce de 2"(C/U)	S/15.90	S/20.90
Caja de registro de desagüe 12" x 24" tapa y marco de concreto (C/U)	Producto no disponible	S/90.00
Pegamento para PVC 1/4 galón (C/U)	S/27.90	Producto no disponible
Cinta teflón(C/U)	S/1.90	S/1.90
Tee de 2" desagüe(C/U)	S/3.60	Producto no disponible

ANEXO 12: COTIZACIÓN ESTRUCTURAS -BAMBÚ

LISTA DE MATERIALES Y INSUMOS	PRECIOS EN EMPRESAS DE:	
	SODIMAC	PROMART
Varilla esparrago de ½" (C/U)	Producto no disponible	S/23.90
Perno de ½"(C/U)	Producto no disponible	S/15.90
Arandelas de ½"(C/U)	S/5.90	S/4.10
Tornillo 5x60 mm(C/U)	Producto no disponible	S/5.90
Machete con mango de plástico(C/U)	S/21.90	S/22.90
Barniz marino (C/U)	S/60.90	S/60.90
Plancha de Eternit (C/U)	Producto no disponible	S/45.90
Ácido bórico 1kg	S/23.00	S/18.00
bórax 1kg	S/18.00	Producto no disponible

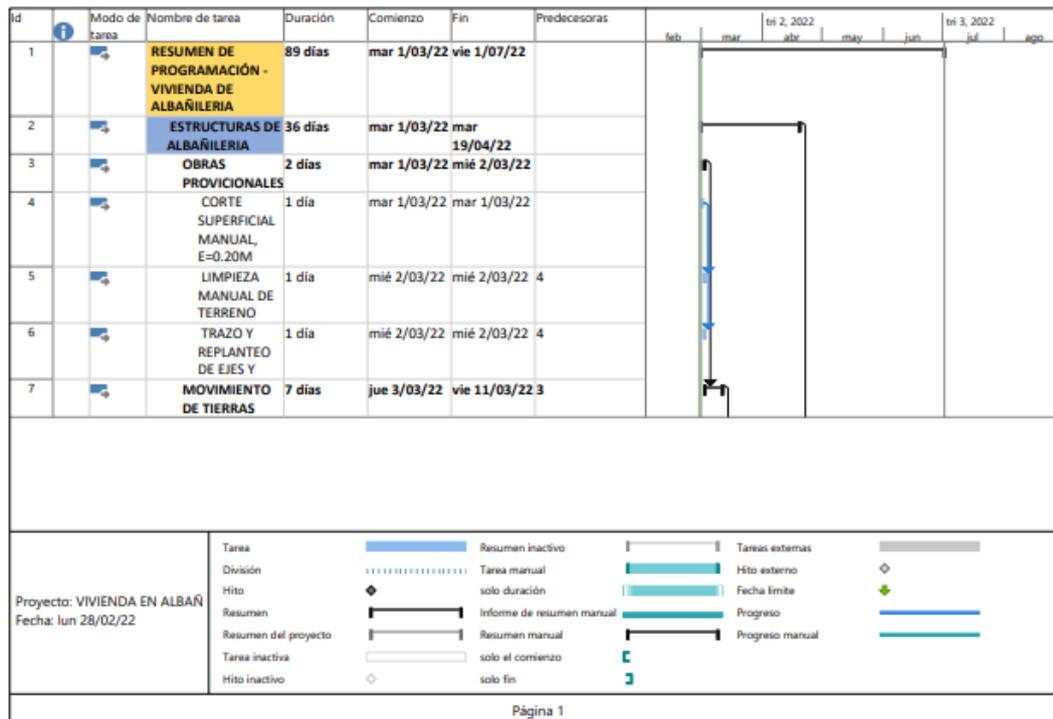
COTIZACIÓN DE BAMBÚ EN TRUJILLO

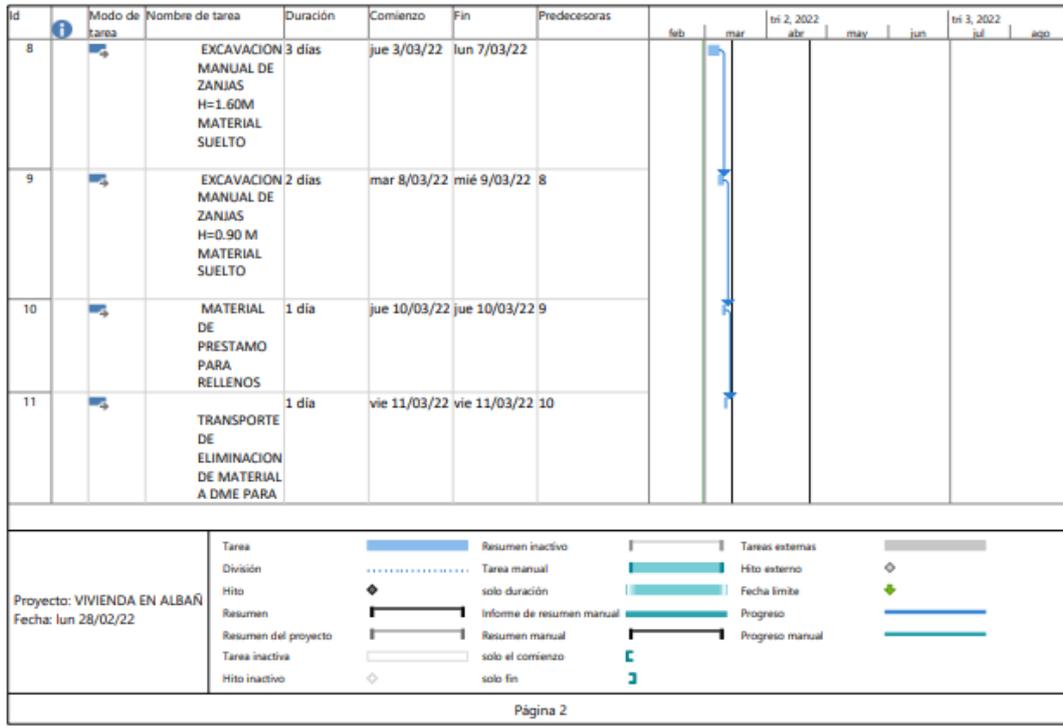
BAMBU	LONGITUD(m)	PRECIO	PRECIO X M
DEPOSITO AV MIRAFLORES-26 DE MARZO	6	S/20.00	S/3.33
	7	S/24.00	S/3.43
	8	S/27.00	S/3.38
CAÑA CHANCADA	1.5	S/15.00	S/0.10

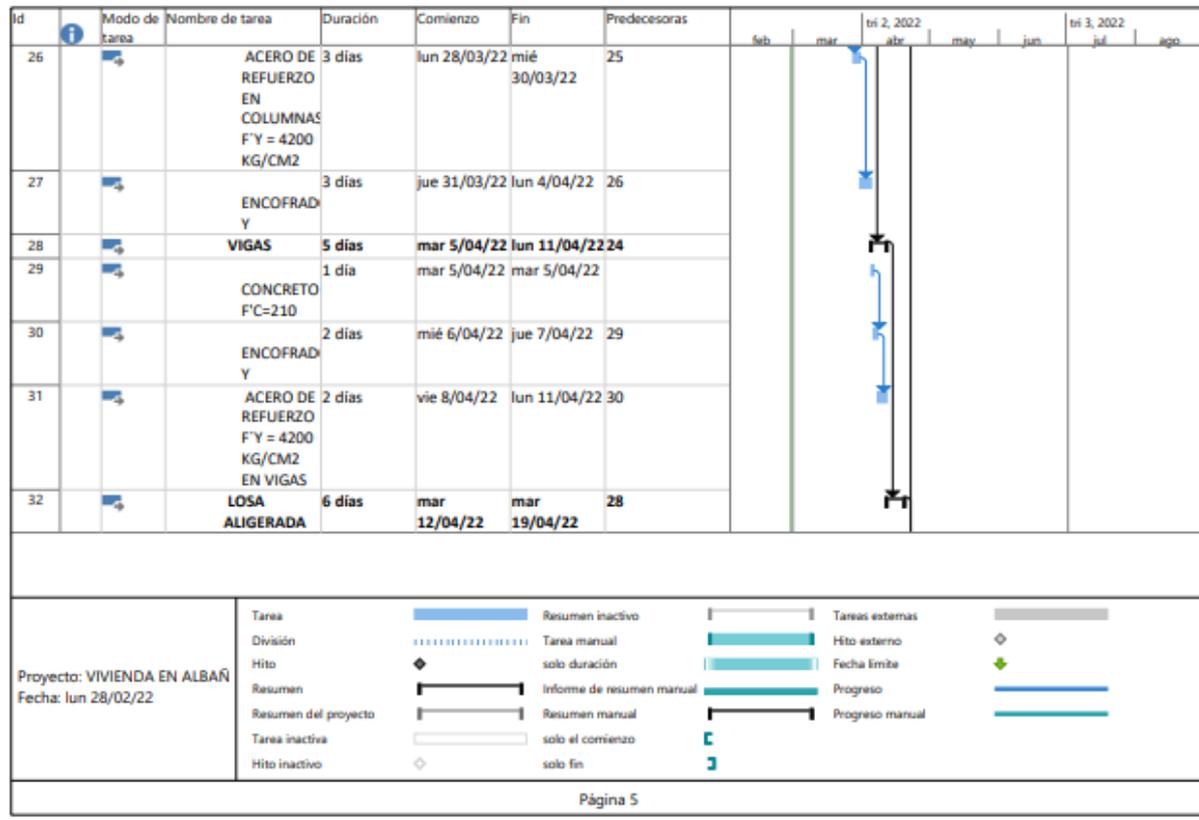
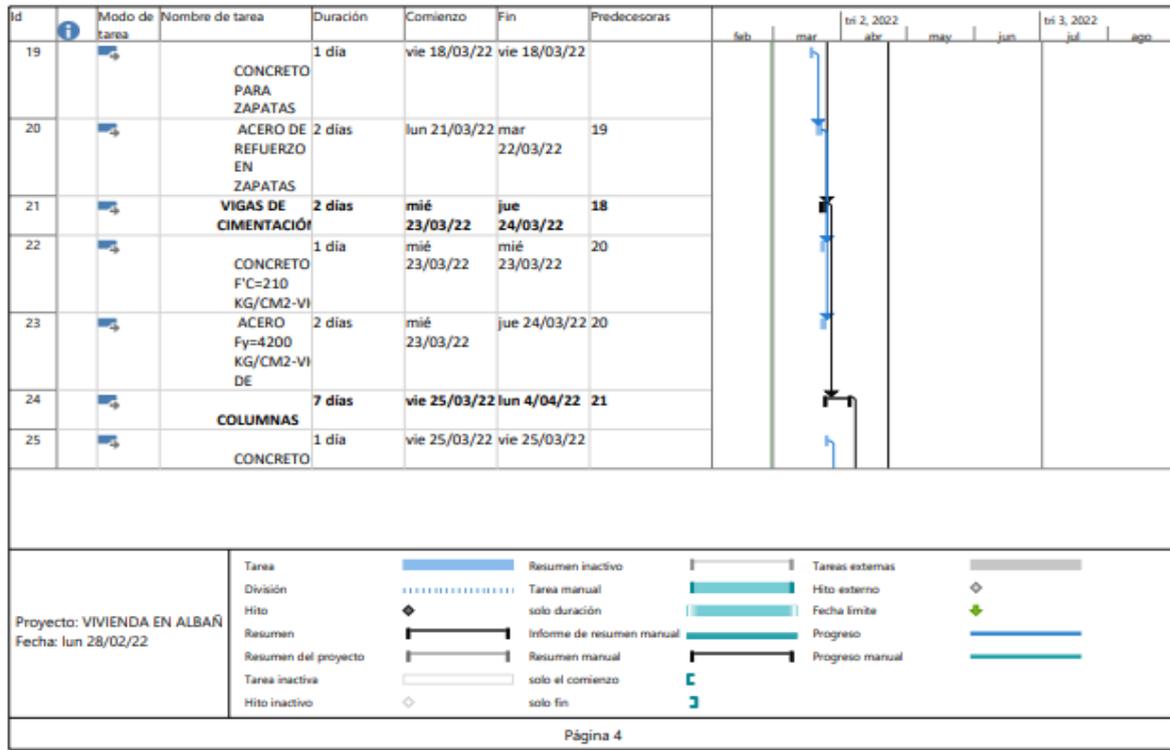
BAMBU	LONGITUD(m)	PRECIO	PRECIO X M
DEPOSITO LA RINCONADA	6	S/20.00	S/3.33
	7	S/25.00	S/3.57
	8	S/30.00	S/3.75
CAÑA CHANCADA	6M*0.25M	S/15.00	

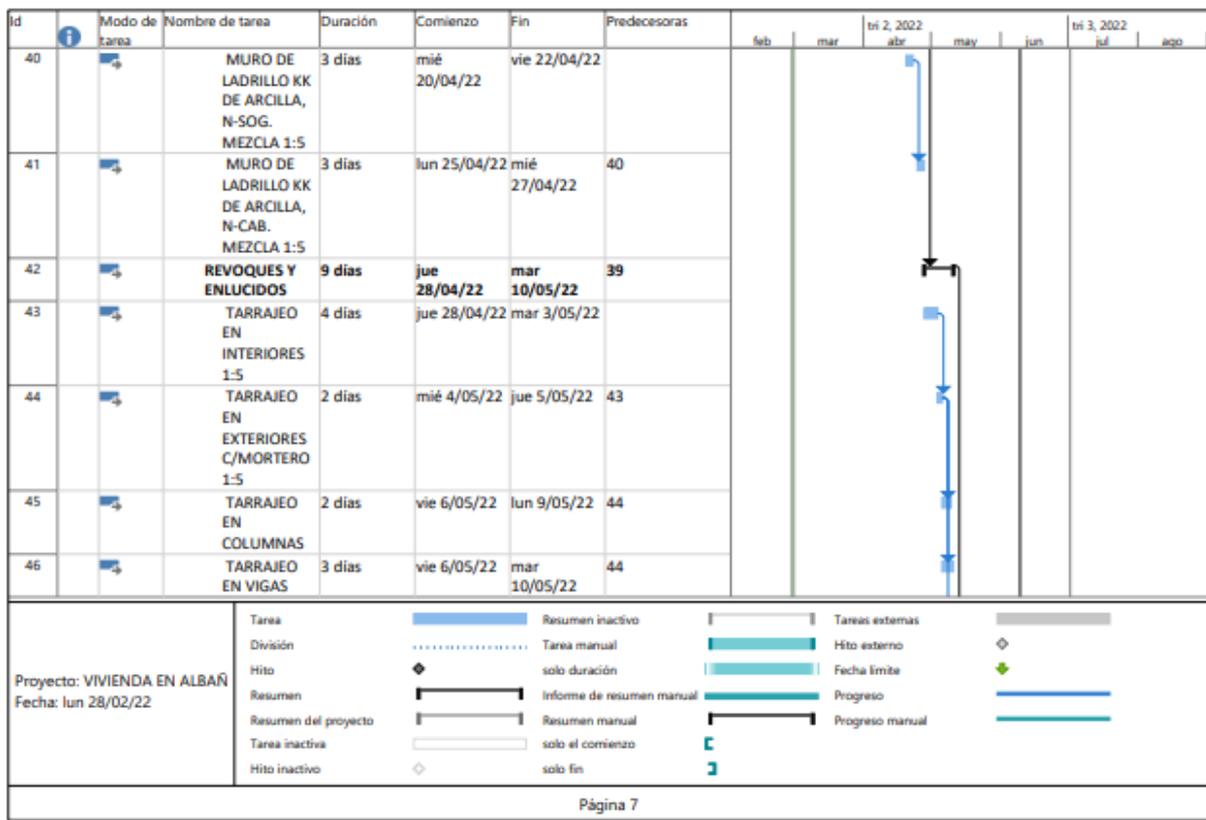
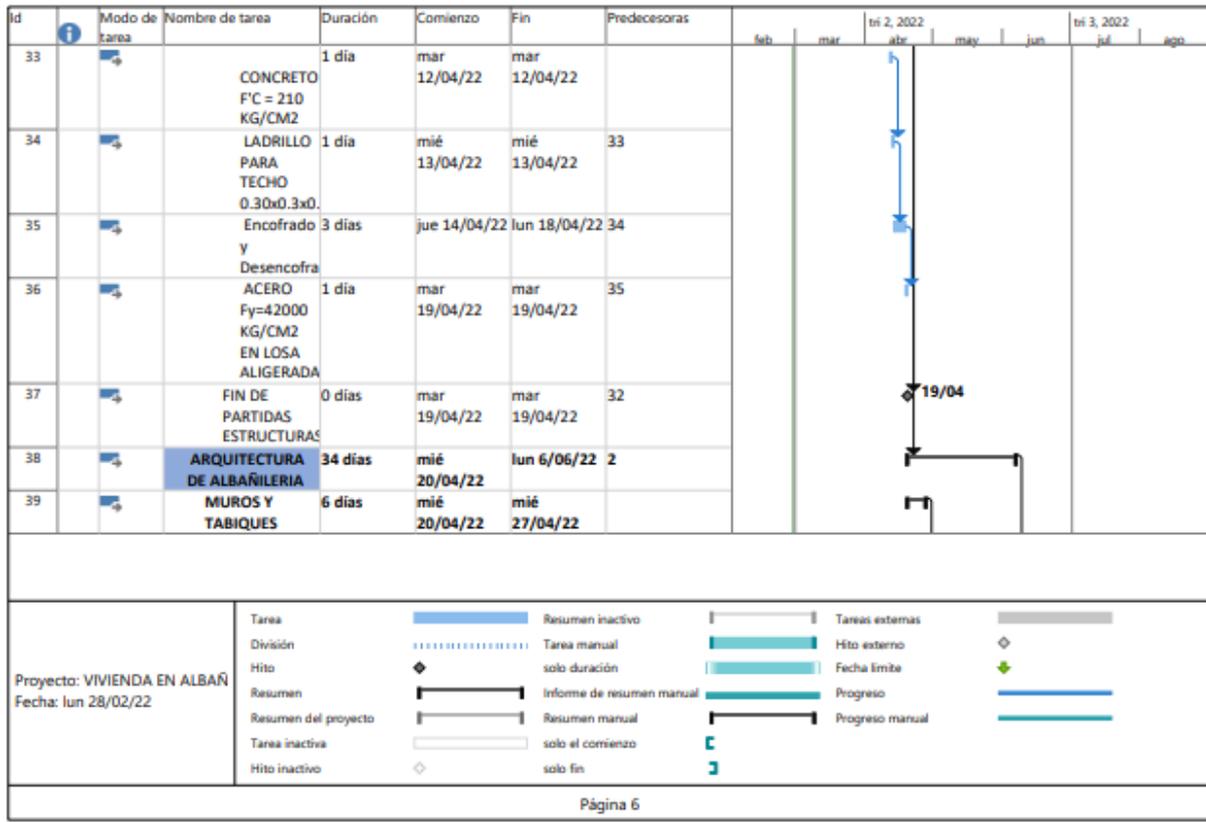
BAMBU	LONGITUD(m)	PRECIO	PRECIO X M
DEPOSITO ALADO DE DISTRIBUIDOS RC	6	S/20.00	S/3.33
	7	S/25.00	S/3.57
	8	S/26.00	S/3.25
CAÑA CHANCADA	6M*0.25M	S/15.00	

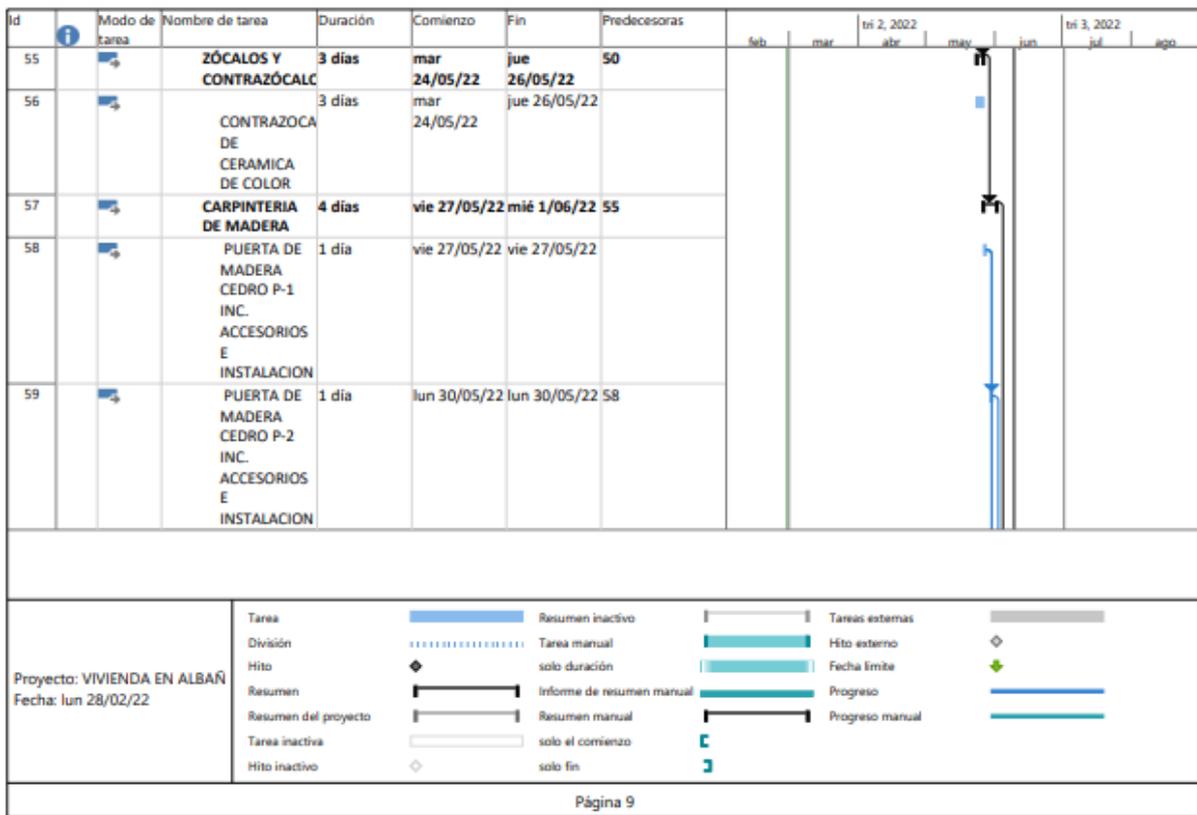
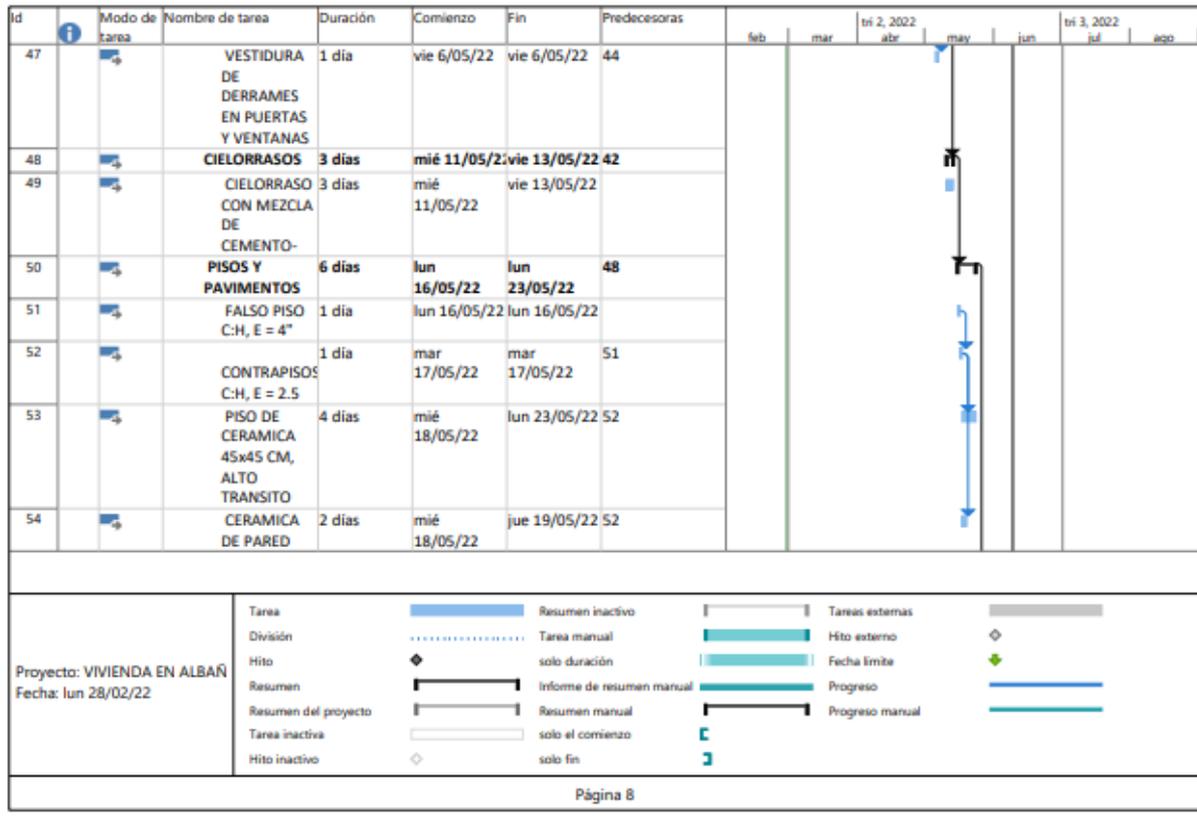
ANEXO 13: PROGRAMACIÓN DE VIVIENDA DE ALBAÑILERIA

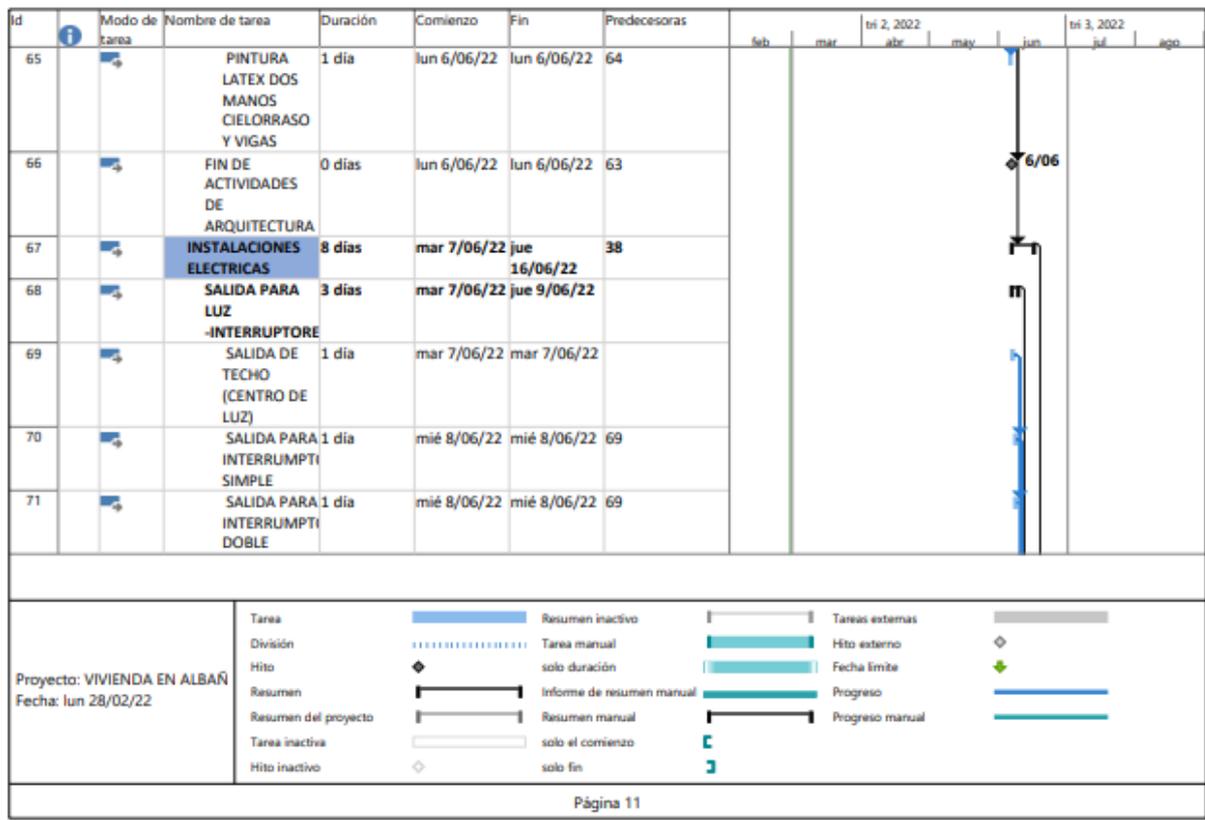
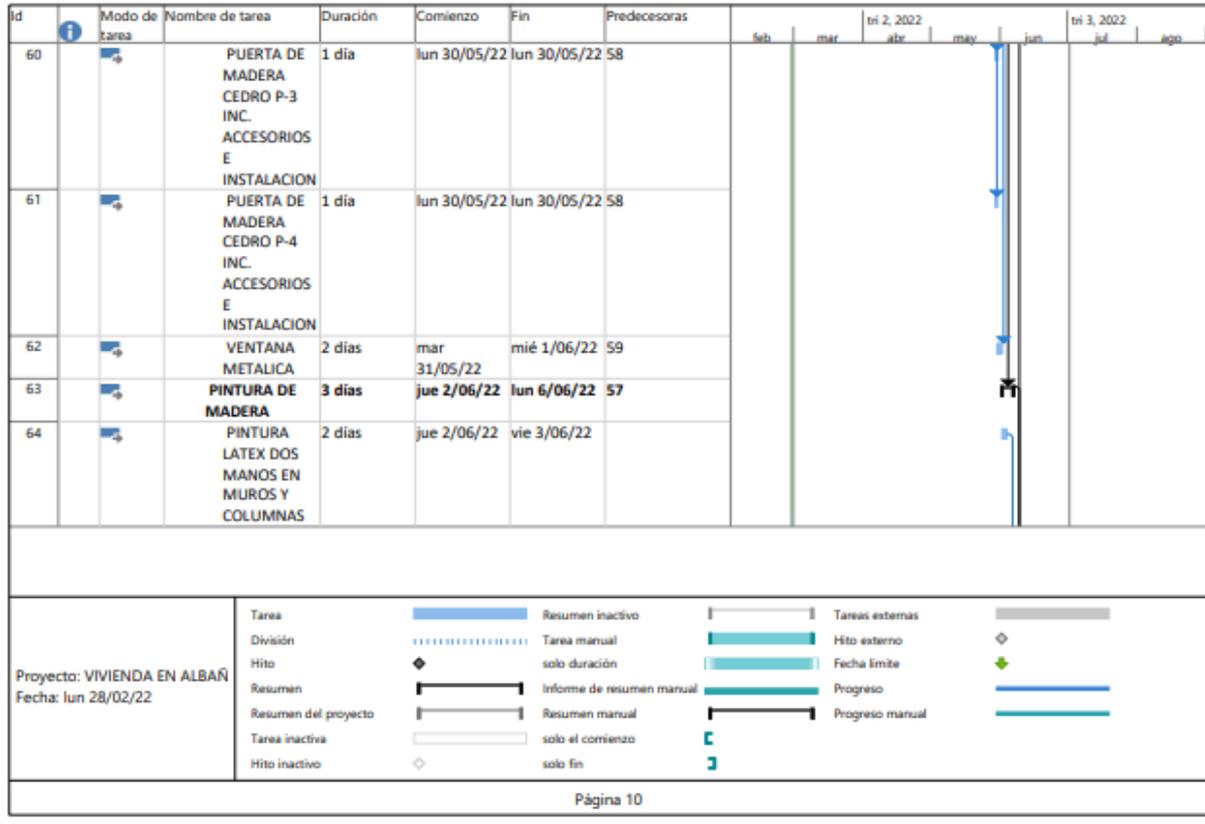


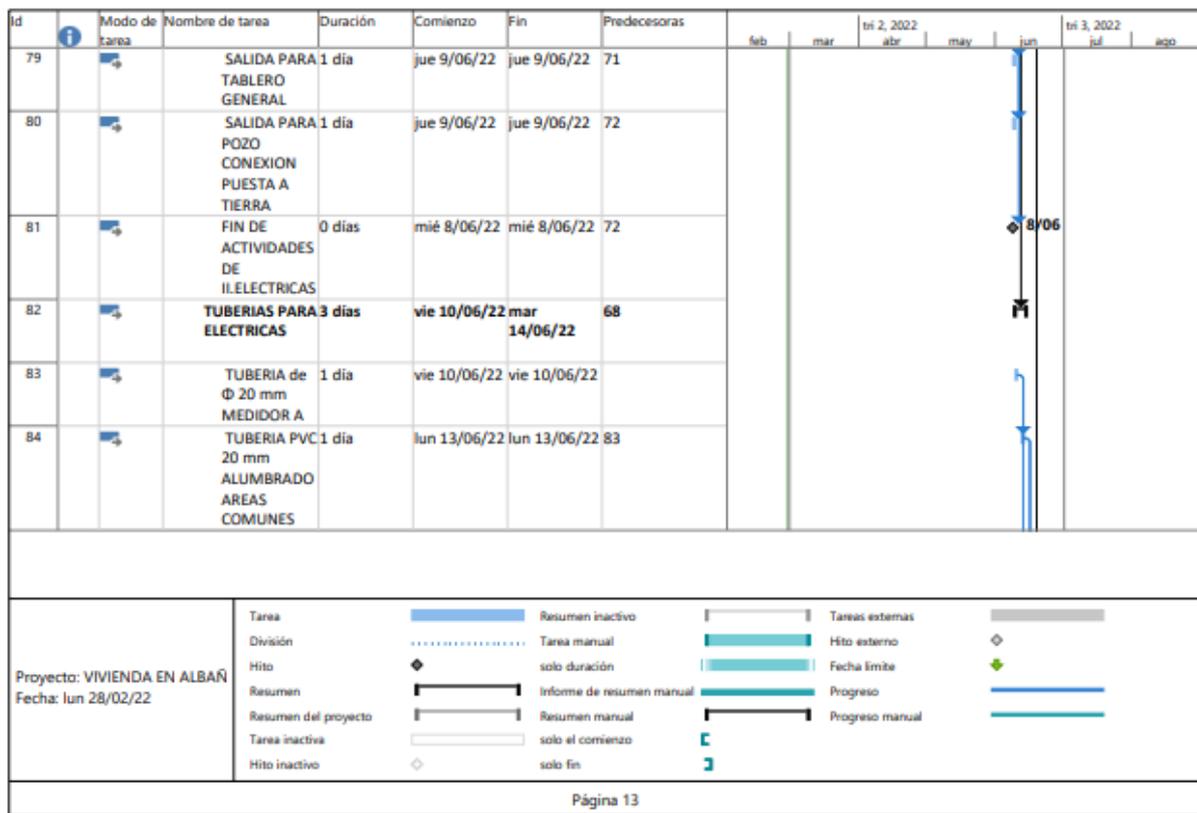
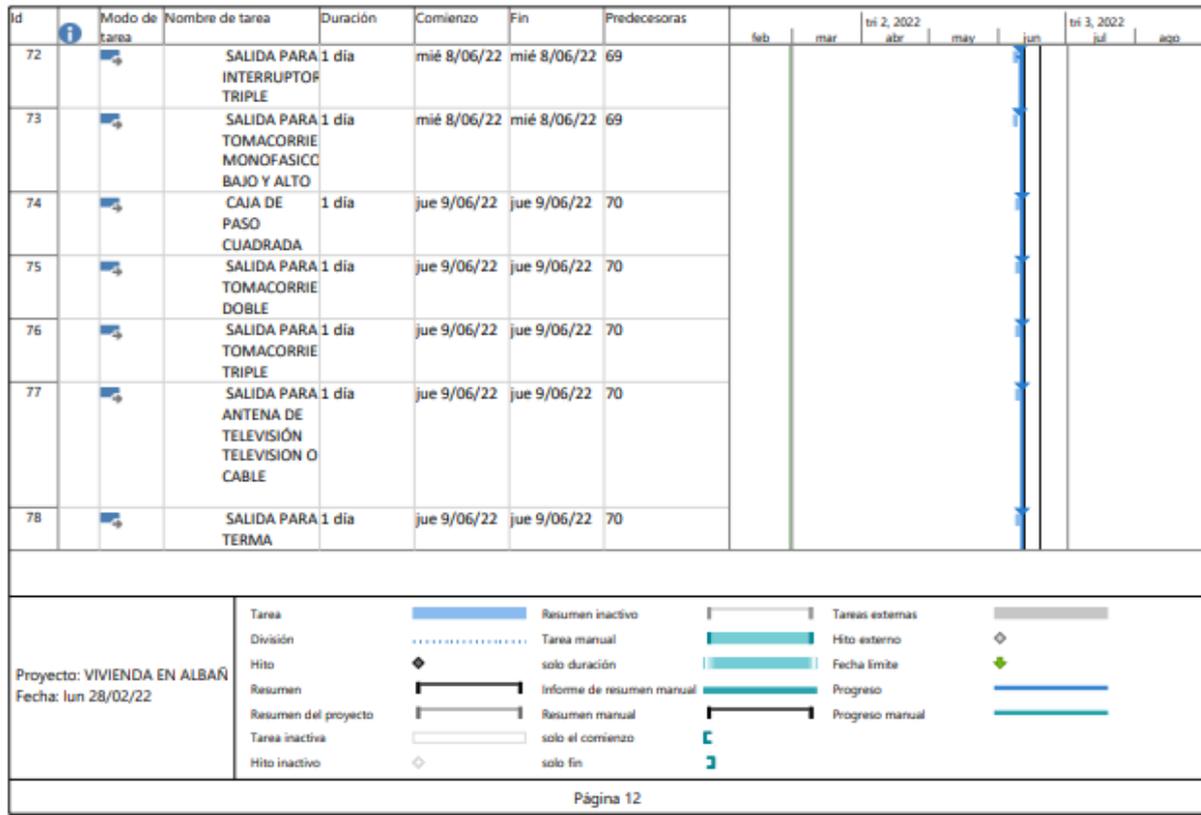


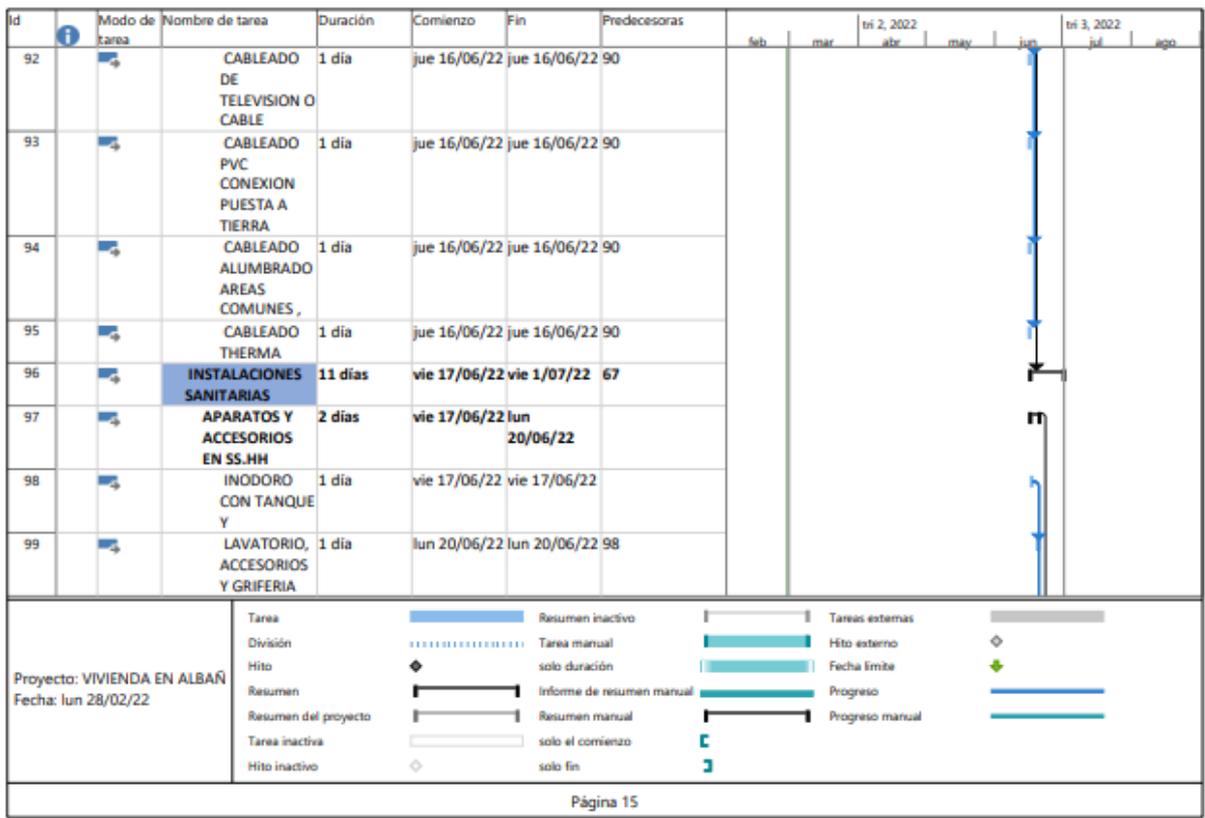
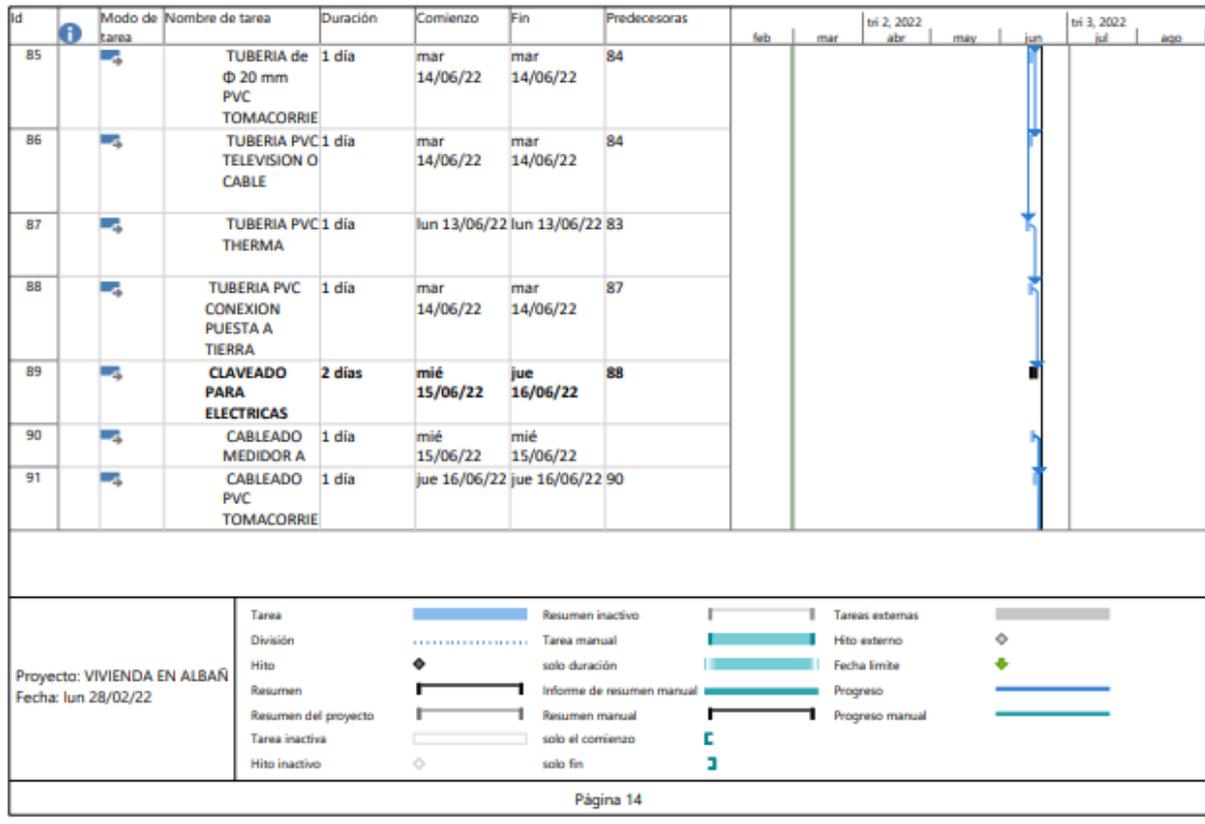


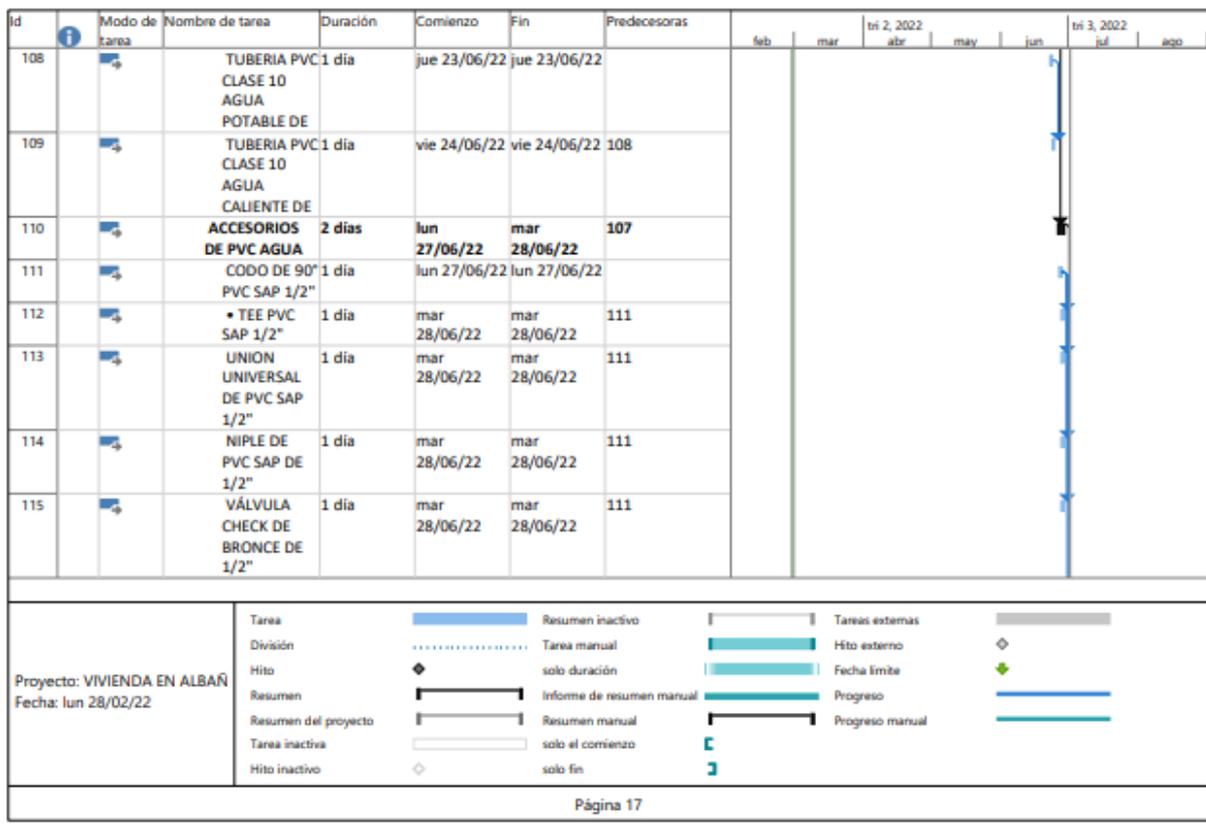
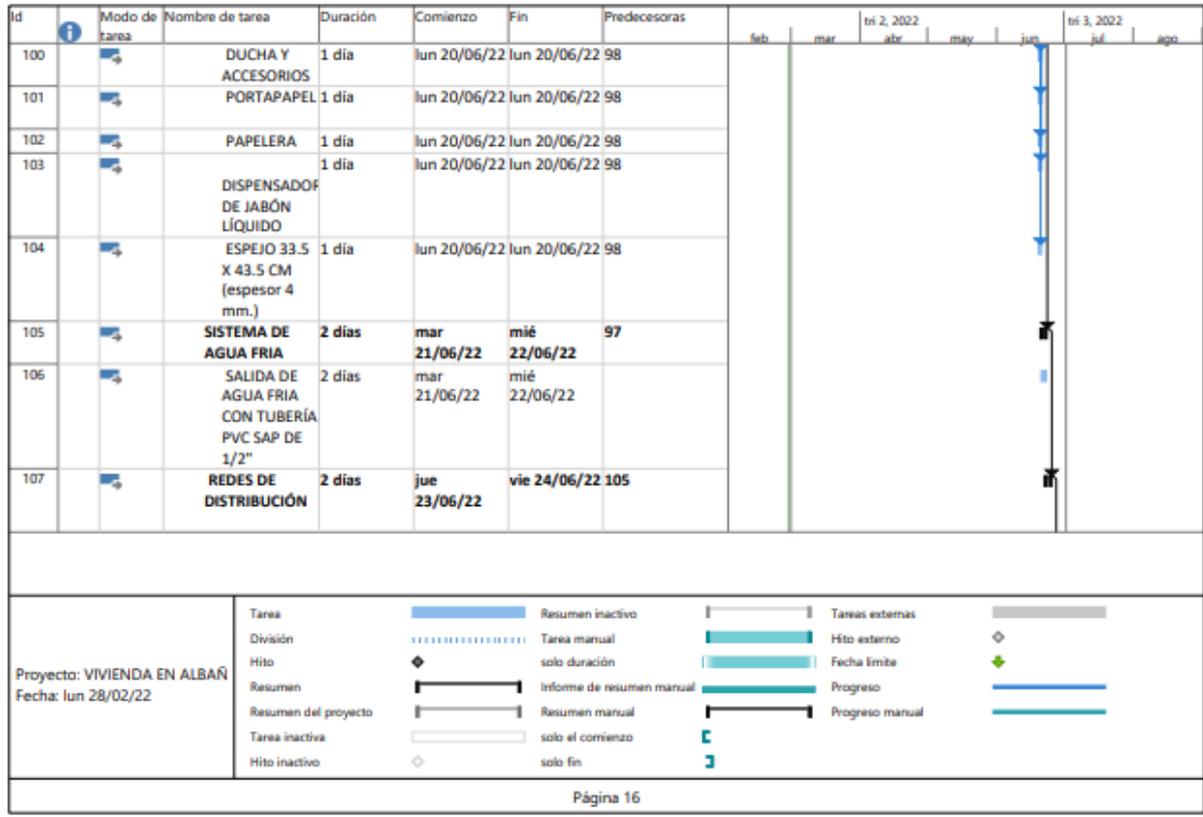


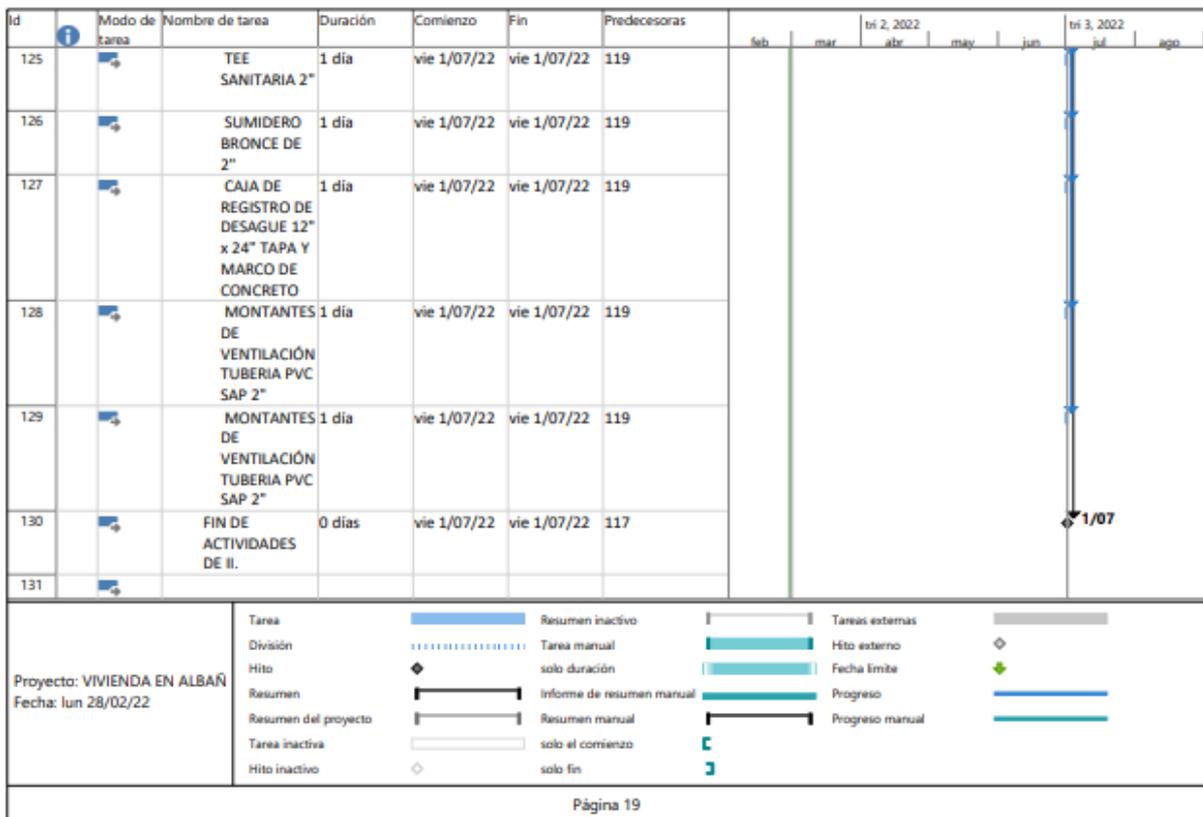
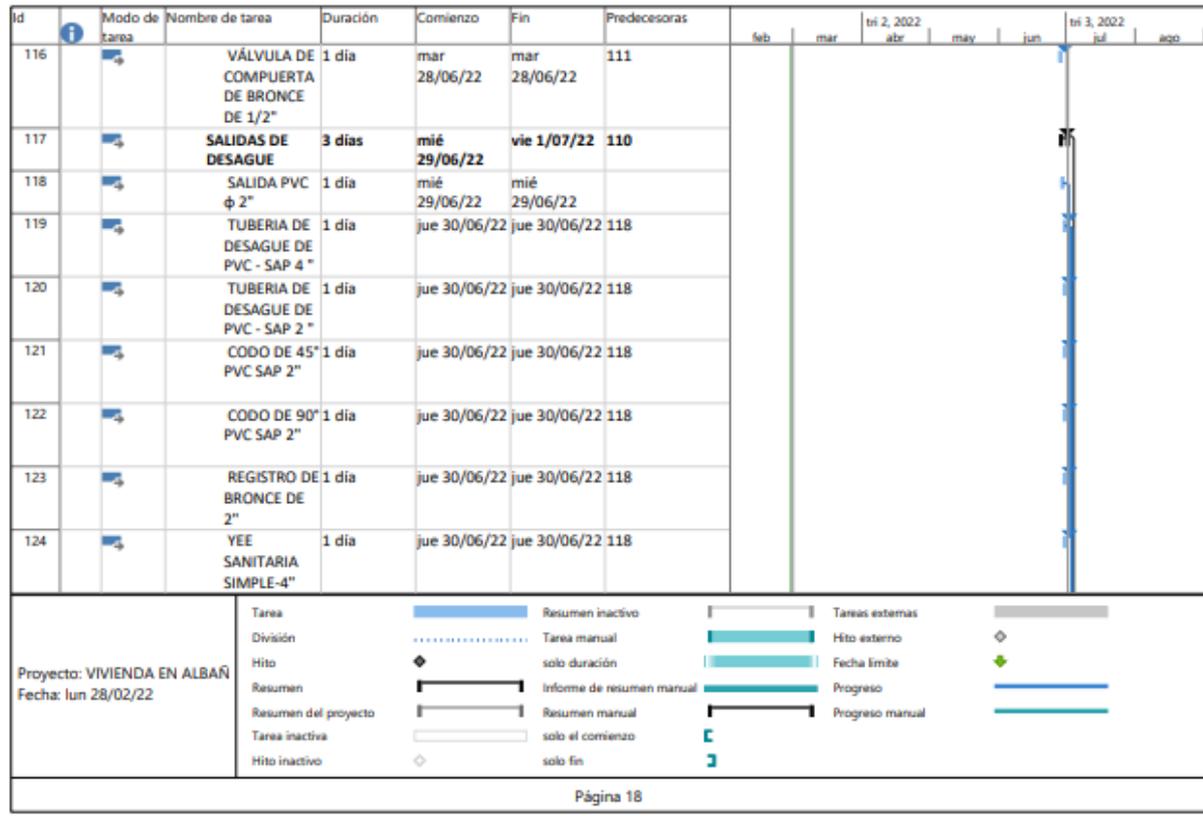




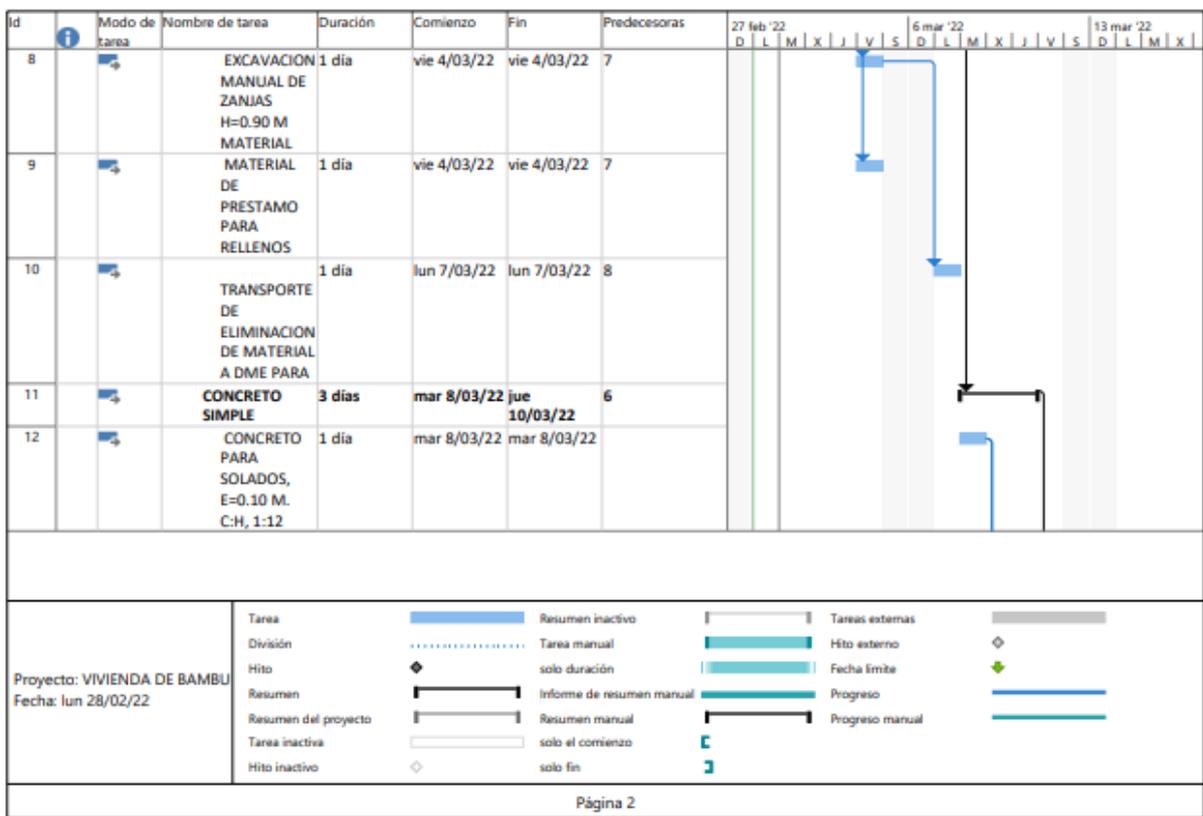
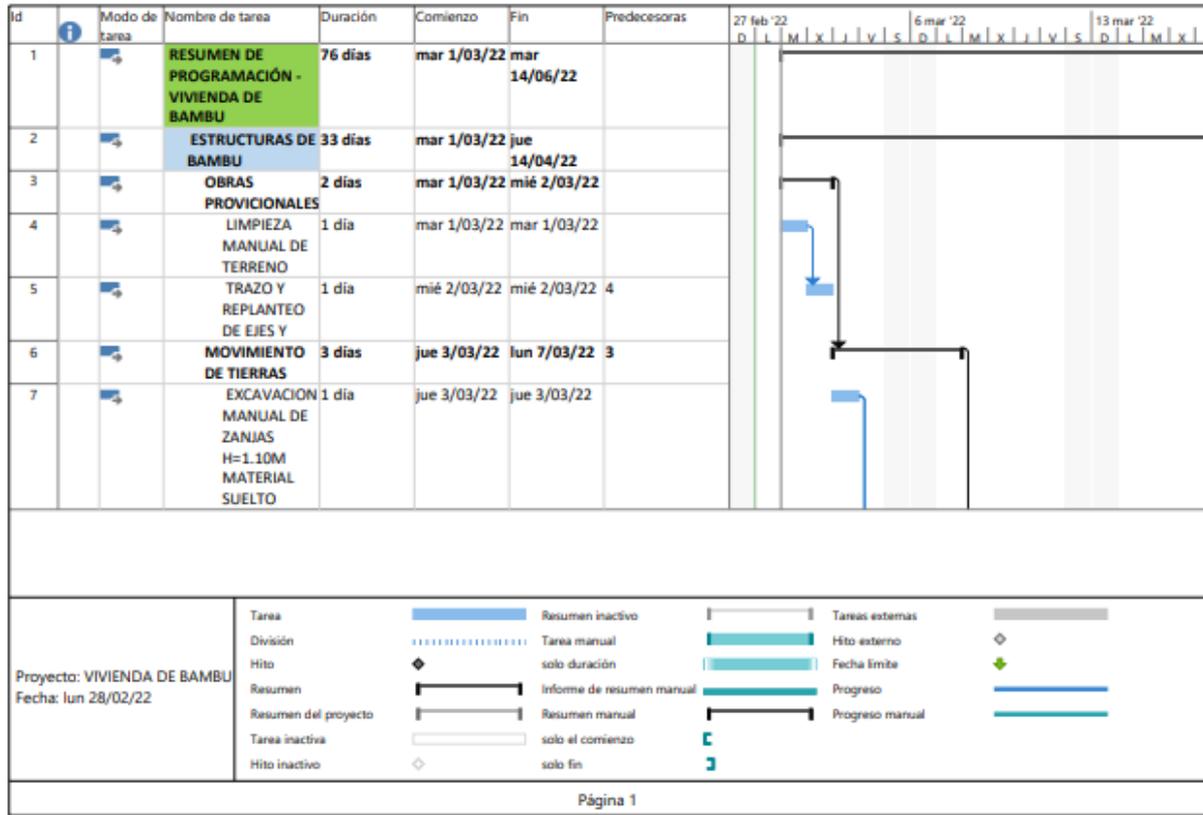


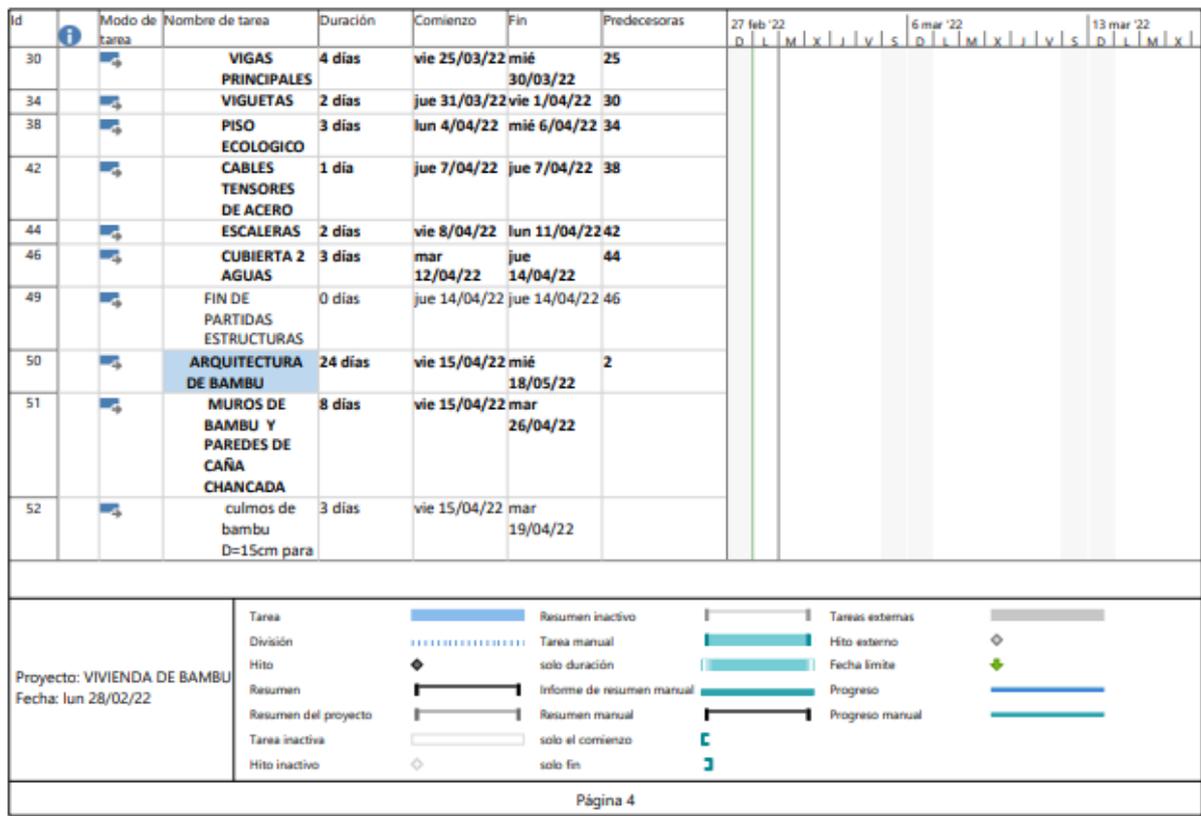
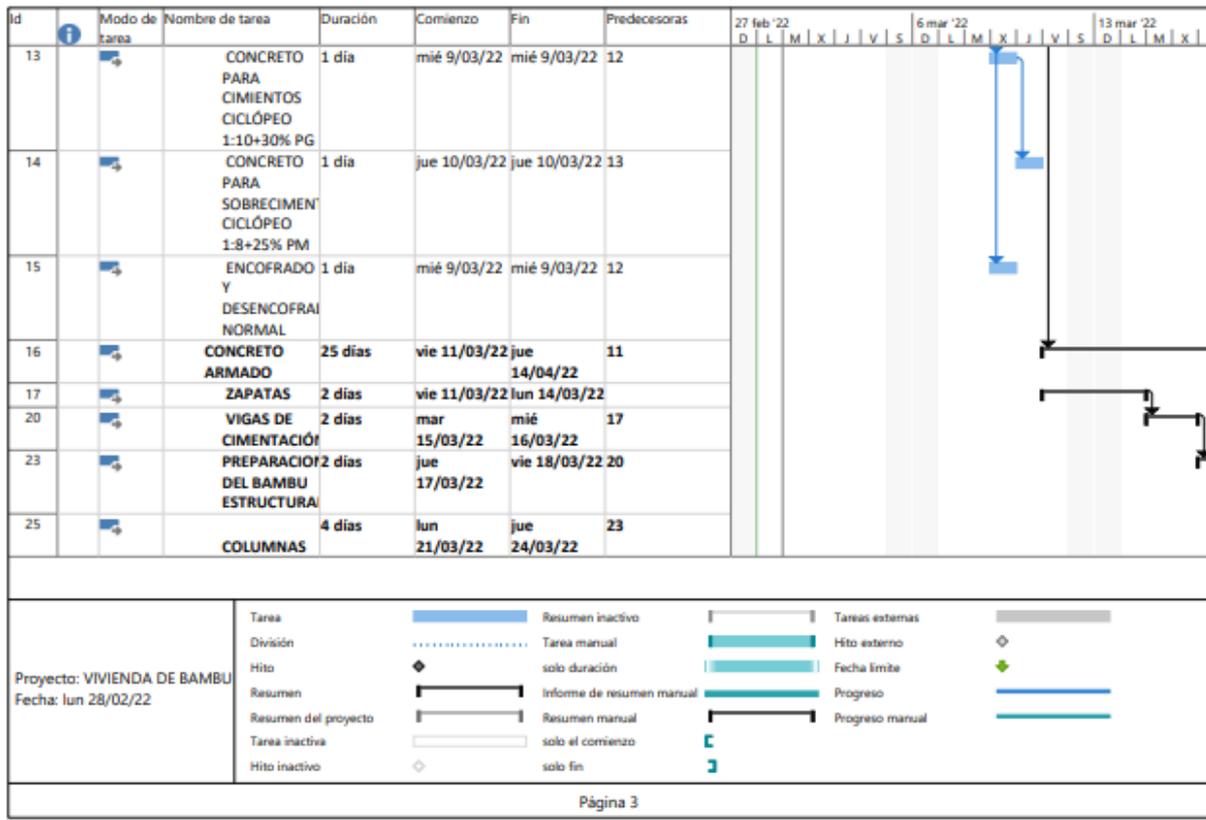






ANEXO 14: PROGRAMACIÓN DE VIVIENDA DE BAMBÚ





Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	27 feb '22	6 mar '22	13 mar '22																													
							D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S											
97		INSTALACIONES SANITARIAS	11 días	mar 31/05/22	mar 14/06/22	68																																
98		APARATOS Y ACCESORIOS EN SS.HH	2 días	mar 31/05/22	mié 1/06/22																																	
99		INODORO CO	1 día	mar 31/05/22	mar 31/05/22																																	
100		LAVATORIO,	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
101		DUCHA Y ACC	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
102		PORTAPAPEL	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
103		PAPELERA	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
104		DISPENSADOR	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
105		ESPEJO 33.5	1 día	mié 1/06/22	mié 1/06/22	99																																
106		SISTEMA DE AGUA FRIA	2 días	jue 2/06/22	vie 3/06/22	98																																
107		SALIDA DE AC	2 días	jue 2/06/22	vie 3/06/22																																	
108		REDES DE DISTRIBUCIÓN	2 días	lun 6/06/22	mar 7/06/22	106																																
109		TUBERIA PVC	1 día	lun 6/06/22	lun 6/06/22																																	
110		TUBERIA PVC	1 día	mar 7/06/22	mar 7/06/22	109																																
111		ACCESORIOS DE PVC AGUA	2 días	mié 8/06/22	jue 9/06/22	108																																
112		CODO DE 90°	1 día	mié 8/06/22	mié 8/06/22																																	
113		• TEE PVC SA	1 día	jue 9/06/22	jue 9/06/22	112																																

Proyecto: VIVIENDA DE BAMBÚ
Fecha: lun 28/02/22

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas
División		Tarea manual		Hito externo
Hito		solo duración		Fecha límite
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual
Tarea inactiva		solo el comienzo		
Hito inactivo		solo fin		

Página 9

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	27 feb '22	6 mar '22	13 mar '22																													
							D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S											
114		UNION UNIVÉ	1 día	jue 9/06/22	jue 9/06/22	112																																
115		NIPLE DE PVC	1 día	jue 9/06/22	jue 9/06/22	112																																
116		VÁLVULA CHÉ	1 día	jue 9/06/22	jue 9/06/22	112																																
117		VÁLVULA DE	1 día	jue 9/06/22	jue 9/06/22	112																																
118		SALIDAS DE DESAGUE	3 días	vie 10/06/22	mar 14/06/22	111																																
119		SALIDA PVC	1 día	vie 10/06/22	vie 10/06/22																																	
120		TUBERIA DE	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
121		TUBERIA DE	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
122		CODO DE 45°	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
123		CODO DE 90°	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
124		REGISTRO DE	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
125		YEE SANITARI	1 día	lun 13/06/22	lun 13/06/22	119																																
126		TEE SANITARI	1 día	mar 14/06/22	mar 14/06/22	120																																
127		SUMIDERO B	1 día	mar 14/06/22	mar 14/06/22	120																																
128		CAJA DE REG	1 día	mar 14/06/22	mar 14/06/22	120																																
129		MONTANTES	1 día	mar 14/06/22	mar 14/06/22	120																																
130		MONTANTES	1 día	mar 14/06/22	mar 14/06/22	120																																
131		FIN DE ACTIVA	0 días	mar 14/06/22	mar 14/06/22	118																																

Proyecto: VIVIENDA DE BAMBÚ
Fecha: lun 28/02/22

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas
División		Tarea manual		Hito externo
Hito		solo duración		Fecha límite
Resumen		Informe de resumen manual		Progreso
Resumen del proyecto		Resumen manual		Progreso manual
Tarea inactiva		solo el comienzo		
Hito inactivo		solo fin		

Página 10