



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochirí-2024.

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Jurado Acosta, Sseci Odet ([orcid.org/0000-0002-5183-1870](https://orcid.org/0000-0002-5183-1870) )

Tello Menor, Leider Wilder ([orcid.org/0009-0002-7483-349X](https://orcid.org/0009-0002-7483-349X))

**ASESOR:**

Dr: Bendezú Romero, Lenin Miguel ([orcid.org/0000-0002-4650-260X](https://orcid.org/0000-0002-4650-260X))

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochirí- 2024.", cuyos autores son JURADO ACOSTA SSECI ODET, TELLO MENOR LEIDER WILDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENDEZU ROMERO LENIN MIGUEL DNI: 10749998 ORCID: 0000-0002-4650-260X	Firmado electrónicamente por: LBENDEZUR el 12- 07-2024 22:46:39

Código documento Trilce: TRI - 0781206

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, JURADO ACOSTA SSECI ODET, TELLO MENOR LEIDER WILDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochirí- 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
LEIDER WILDER TELLO MENOR DNI: 76304187 ORCID: 0000-0002-7483-349X	Firmado electrónicamente por: LTELLOME19 el 29-06- 2024 00:47:51
SSECI ODET JURADO ACOSTA DNI: 47120923 ORCID: 0000-0002-5183-1870	Firmado electrónicamente por: SJURADOA el 29-06- 2024 00:54:11

Código documento Trilce: TRI - 0781207

## **DEDICATORIAS**

### **Jurado Acosta Sseci Odet**

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, a mis padres, hermanos, amigos, por haberme brindado su apoyo incondicional durante todo el ciclo académico, de los cuales pude aprender mucho, sobre todo el amor y respeto por mi carrera profesional.

### **Tello Menor Leider Wilder**

Dedico este proyecto principalmente a Dios, por haberme dado la vida, salud y sabiduría correcta para llegar a esta etapa de mi formación académicaprofesional, así mismo a mi madre por haber confiado en mi capacidad y mostrarme su apoyo incondicional de manera motivadora, a mis abuelos quienes me inculcaron desde muy pequeño la perseverancia y la educación necesaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Jurado Acosta Sseci Odet**

A mi Dios por brindarme la fuerza necesaria para llegar hacia mi meta.

A mis padres, hermanos, amigos por su apoyo incondicional durante el desarrollo de mi carrera profesional.

A mi asesor Dr. Lenin Miguel Bendezú Romero por su dedicación y profesionalismo en el desarrollo de la tesis.

### **Tello Menor Leider Wilder**

A Dios por acompañarme día a día, agradezco también a mi madre y a mis abuelos por brindarme el apoyo y la confianza que estuvieron presentes durante el trayecto de mi vida demostrando su amor y cariño, también a mi asesor de tesis Dr. Lenin Miguel Bendezú Romero por guiarme en la elaboración del proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	ii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	iii
DEDICATORIAS .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. METODOLOGÍA.....	11
III. RESULTADOS .....	16
IV. DISCUSION .....	29
V. CONCLUSIONES .....	31
VI. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS .....	33
ANEXOS.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Esfuerzos admisibles .....	17
Tabla N°2. Resultados de las pruebas de compresión de la fibra .....	17
Tabla N°3. Ensayo a la compresión .....	17
Tabla N°4. Resultados de ensayo a flexión.....	20
Tabla N°5. Resultados de ensayo a flexión.....	21
Tabla N°06. Análisis de granulometría .....	22
Tabla N°07. Contenido de Humedad .....	23
Tabla N°08. Tamaño de la muestra de agregados .....	23
Tabla N°09. El bambú antes del secado .....	26
Tabla N°11. Contenido de Humedad.....	26
Tabla N°12. Resultados de laboratorio, contenido de humedad .....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Fisuras paralelas a la fibra .....	19
Figura N°2. Corte. ....	19
Figura N°3. Aplastamiento, corte, fisura paralela. ....	19
Figura N°04: Simbología de suelos .....	24
Figura N°5: Modelamiento Etabs.....	28

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N°1: Grafico comparativo.....	18
---------------------------------------	----

## RESUMEN

La investigación tiene como propósito determinar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024, Se realizaron ensayos de compresión, flexión y contenido de humedad, de esta manera se verificó y se realizó un comparativo en base a lo Norma del RNE. E100. También se hizo el estudio de mecánica de suelos.

El método es de tipo aplicada enfoque cuantitativo, diseño experimental, los instrumentos de los resultados de laboratorio, también del procesamiento de datos en civil 3D, modelamiento por el software Etabs, diseño AutoCAD, formato S10.

Para el desarrollo se tomó en cuenta la RNE. Utilizando la Norma E100 de Bambú, E30 de Diseño sísmo resistente, E20 de cargas. Para que de esta manera desarrollarse mediante plano arquitectónico, estructuras y proceder a detallarlo en el programa Etapas. Finalmente se hizo el presupuesto para ejecutar el proyecto planteado.

En conclusión, se pudo verificar que el diseño de la vivienda a base de bambú es óptimo frente a los eventos sísmicos, dando los desplazamientos inelásticos por debajo del 1% por la norma E.030 cumpliendo con el objetivo de diseño estructural y corroborando con los ensayos previos realizados de los materiales.

Palabras clave: Bambú, vivienda, construcción, comportamiento estructural.

## **ABSTRACT**

The purpose of the research is to determine the influence of the use of bamboo as a construction material on the structural behavior of a home in San Antonio de Jicamarca Annex 22, Huarochirí, 2024. Compression, bending and moisture content tests were carried out, in this way I verified and a comparison was made based on the RNE Standard. E100. The soil mechanics study was also carried out.

The method is applied quantitative approach, experimental design, instruments of laboratory results, also 3D civil data processing, modeling by Etabs software, AutoCAD design, S10 format.

For the development, the RNE was taken into account. Using the E100 Bamboo Standard, E30 Earthquake Resistant Design, E20 Loads. In this way you develop structures through an architectural plan and proceed to detail them in the Stages program. Finally, the budget was made to execute the proposed project.

In conclusion, it was possible to verify that the design of the bamboo-based housing is optimal against seismic events, giving inelastic displacements below 1% by the

E.030 standard, complying with the structural design objective and corroborating with the previous tests carried out on the materials.

**Keywords:** Bamboo, housing, construction, structural behavior.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El crecimiento demográfico en áreas urbanas, junto con la amenaza constante de eventos sísmicos en ciertas regiones, ha intensificado la necesidad de proporcionar viviendas seguras y asequibles. En este contexto, el enfoque en el diseño de viviendas sismorresistentes se ha vuelto crucial para abordar esta problemática. Sin embargo, la implementación exitosa de tales diseños enfrenta desafíos significativos, especialmente en comunidades de bajos recursos ubicadas en zonas sísmicas como San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí.

El presente proyecto pretende abordar este problema proponiendo el bambú como material de construcción principal para el diseño de una vivienda. El bambú, conocido por su resistencia y flexibilidad, ofrece una alternativa potencialmente viable y rentable para construir estructuras sismorresistentes.

El bambú es un material de construcción natural y renovable que ofrece grandes ventajas sobre los materiales convencionales y no ecológicos para la edificación de estructuras (Dash & Gupta, 2022). Un aumento en la utilización del bambú no solo podría reducir la necesidad de utilizar acero, sino también reducir significativamente el impacto ambiental asociado con su producción y uso. Esto se convierte en una opción especialmente atractiva en áreas donde la disponibilidad de acero es limitada y los costos asociados son elevados.

San Antonio de Jicamarca Anexo 22, localizado en la provincia de Huarochirí, se presenta como un desafío evidente debido a su densidad poblacional y alta vulnerabilidad sísmica. Según el informe de la Comisión Nacional de Desarrollo y Vivienda del Perú, el distrito tiene una densidad habitacional que supera la media regional, lo que contribuye a la precariedad de las viviendas. Esta situación se ve exacerbada por su ubicación costera, que lo expone a un mayor riesgo sísmico, según señala el estudio geológico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Según el informe socioeconómico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el 70% de la población de San Antonio de Jicamarca Anexo 22

vive por debajo del nivel de pobreza lo que resalta la magnitud del problema y su impacto desproporcionado en los estratos más vulnerables.

El acceso a viviendas sísmo resistentes y asequibles se convierte así en un problema crítico que demanda una solución inmediata. Según datos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, menos del 30% de las viviendas en la zona cumplen con los estándares sísmicos recomendados. Esta cifra revela la urgente necesidad de intervenciones efectivas para elevar la calidad de la vivienda en la comunidad.

La susceptibilidad sísmica en nuestra nación constituye uno de los problemas constantes debido a la falta de formalidad en la construcción de viviendas por parte de los propietarios. García (2022) señala que las viviendas informales en todo el país se construyen utilizando materiales de baja calidad, sin supervisión técnica especializada y evidentemente sin adherirse al Reglamento Nacional de Edificaciones, en particular a la Norma E0.30 relativa al diseño sismorresistente.

La importancia del tema radica en la urgente necesidad de proporcionar viviendas seguras y asequibles en áreas urbanas vulnerables, especialmente en zonas sísmicas como San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí. El uso de bambú como material de construcción clave en el diseño de viviendas es sismorresistentes ofrece una oportunidad única para abordar este desafío de manera efectiva y sostenible.

Según la Norma E0.30 referente al diseño sismorresistente. Es importante que el diseñador de estructura en zona sísmica conozca del punto de vista constructivo y económico, considerando siempre el punto más importante denominado sísmo resistente, para ello el diseñador debe poseer un amplio conocimiento sobre trabajo estructural. El diseño sísmo resistente consiste en analizar, diseñar y detallar las estructuras de manera que sus comportamientos durante la ocurrencia del terremoto respondan de una manera esperada con todas las condiciones que nos indica el reglamento.

Para Otero, Ortega (2021). “La meta de una investigación es la acción que delinea el tipo de estudio que un investigador planea llevar a cabo con el objetivo de alcanzar un propósito específico mediante la exploración, recopilación y análisis de datos, con miras a obtener resultados o logros previamente establecidos en su intento por examinar un fenómeno u objeto. Se distingue por la búsqueda de conocimiento adicional, que se logra a través de procesos sistemáticos de investigación dirigidos hacia la adquisición de entendimiento.” (pág. 7). Nuestro objetivo general es: Determinar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024

La meta principal de esta investigación es evaluar y demostrar cómo el uso del bambú como material de construcción puede mejorar la sostenibilidad y la resiliencia estructural en viviendas en la región de Huarochirí. Se busca proporcionar evidencia sólida que respalde la viabilidad técnica y económica del bambú como alternativa de construcción en comunidades vulnerables, contribuyendo así a la mejora de la calidad de vida de los habitantes locales y a la protección del medio ambiente.

Por lo consiguiente realizamos la siguiente pregunta general ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento estructural de una vivienda en Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024? Preguntas específicas: PE1 ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí- 2024? PE2 ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024? PE3 ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024?

La investigación propuesta sobre la influencia del uso del bambú como material de construcción en viviendas es en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, se justifica por su potencial para mejorar la resiliencia estructural en áreas urbanas vulnerables frente a eventos sísmicos, alinearse con estándares y normativas de seguridad, optimizar recursos y promover la sostenibilidad ambiental, prevenir daños y riesgos futuros, y contribuir al avance del conocimiento científico en el campo de la ingeniería estructural y la construcción sostenible, lo que resultará en la mejora de la calidad de vida y la seguridad de los residentes en la región.

Para ello nos formulamos los objetivos específicos siguientes: OE1: Determinar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024., OE2: Analizar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento a flexión de una vivienda , Huarochirí- 2024.OE3: Evaluar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda , Huarochirí- 2024.

Como hipótesis general tenemos: Al usar el bambú como un importante material de construcción, mejorará significativamente el comportamiento estructural en una vivienda en Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024. HIP1: La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí- 202. HIP2: La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024. HIP3: La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024.

Considerando las variables examinadas en este estudio, se han identificado estudios previos que contribuirán a la obtención de resultados. En el ámbito internacional y nacional se pueden citar a varios autores relevantes, a quienes se hace referencia a continuación:

Al respecto se obtuvieron **estudios internacionales**, según Delgado y Cristian (2023), cuyo objetivo es evaluar el impacto ambiental de utilizar bambú en la construcción, se empleó una metodología no experimental descriptiva. Los resultados muestran un impacto ambiental positivo del bambú, destacando su capacidad para absorber dióxido de carbono, reducir altas temperaturas, conservar agua y prevenirla erosión del suelo. Al contrastar las características del bambú con las de los materiales tradicionales, se notó que posee una elevada resistencia a la tracción, similar a la del acero, y una resistencia a la compresión comparable al hormigón. Estos descubrimientos sugieren que el bambú puede desafiar la concepción convencional sobre los materiales de construcción al ofrecer propiedades mecánicas notables. El estudio concluyó que el bambú se presenta como una opción excelente para la construcción, respaldada por su rápido crecimiento, capacidad para absorber dióxido de carbono y su excepcional relación de resistencia a peso.

El estudio de Fernández y Alba (2022) busca comprender el bambú y evaluar su aplicabilidad en construcción, centrándose en dos especies. Utilizando una metodología no experimental descriptiva aplicada, los resultados revelan concordancia entre patrones de fractura y ubicación de emisión, validando la idoneidad del bambú en construcción. En comparación con materiales convencionales, las probetas de guadua sometidas a flexión muestran comportamiento dúctil, con fase elastoplástica y disminución gradual de la tensión. Estos resultados resaltan la resistencia estructural y capacidad de carga del bambú frente a materiales tradicionales. En conclusión, los hallazgos subrayan la prometedora naturaleza del bambú como alternativa eficiente y sostenible en construcción, ofreciendo propiedades mecánicas competitivas y, en algunos casos, superiores a los materiales convencionales.

Bello y Villacreses (2021) realizaron un estudio documental para abordar el déficit habitacional en Manabí, Ecuador, proponiendo viviendas construidas con bambú como alternativa. Los resultados del análisis comparativo destacan la eficiencia de estas viviendas: su construcción es notablemente rápida, abordando la urgencia del déficit habitacional, y muestran una impresionante resistencia sísmica. Las viviendas de bambú son asequibles debido a su bajo costo. Su contribución más significativa radica en el impacto ambiental mínimo, siendo una opción sostenible en comparación con métodos de construcción convencionales. Este enfoque consciente del entorno cobra importancia en un contexto donde la sostenibilidad es prioritaria. En conclusión, el estudio destaca la eficacia y ventajas de las viviendas de bambú, subrayando su rápida construcción, resistencia sísmica, bajo costo y positivo impacto ambiental, ofreciendo una solución al déficit habitacional en Manabí.

De acuerdo con Dalal(2021), su investigación tiene como objetivo presentar el bambú como una opción sostenible para la construcción de viviendas ecológicas en Colombia. En su estudio, utiliza una metodología cuantitativa de diseño fenomenológico, revela resultados que destacan al bambú como un material versátil y sostenible con ventajas significativas en la edificación de viviendas verdes. En el análisis comparativo, se evidencian las características destacadas del bambú en relación con otros materiales de construcción convencionales. Su impacto positivo se refleja en aspectos como la eficiencia en la absorción de dióxido de carbono y su rápida tasa de crecimiento en comparación con otros recursos. En conclusión, el estudio apunta a que el uso de bambú podría desempeñar como una opción viable para la construcción de viviendas sostenibles, no solo en Colombia, sino también en otros lugares.

Al respecto se obtuvieron **estudios nacionales**, Rojas, Winston y Jardiel (2022) realizaron un estudio para comparar el comportamiento estructural y la factibilidad económica de una construcción ecológica de bambú con una de mampostería restringida. Su objetivo es comparar las propiedades sísmicas y la viabilidad financiera de una casa de bambú en el barrio La Esperanza de Trujillo con una casa de mampostería contenida dentro de una estructura de dos pisos. En la investigación se utiliza una metodología descriptiva no experimental. Según

sus hallazgos, el bambú es más asequible y resistente a los terremotos que la mampostería. Se encontró que el diseño de la construcción de caña de bambú cumple suficientemente con todos los estándares de resistencia sísmica, lo que indica que el modelo sugerido puede construirse y vivirse en la región La Esperanza de Trujillo.

Frias Guerrero, Juan, (Piura — 2019) busca examinar el comportamiento estructural y las ventajas de una casa construida con bambú en comparación con una de albañilería confinada. El objetivo es analizar la estructura y destacar las ventajas de la estructura con bambú frente a la albañilería confinada en Piura. El estudio utiliza una metodología cuantitativa. Los resultados revelaron que las viviendas construidas con bambú ofrecen mayores ventajas que aquellas de albañilería confinada. Se determinó que las estructuras de bambú exhiben un comportamiento estructural superior, junto con beneficios significativos en términos de ahorro económico y un tiempo de construcción más corto en comparación con las construcciones de albañilería confinada con características arquitectónicas similares.

Olano Restuccia, Jose y Rivadeneyra Torres, Frank, (Chiclayo — 2022) Tiene como propósito llevar a cabo la planificación de un complejo residencial de seis niveles utilizando la metodología BIM para vivienda. El estudio utiliza una metodología aplicada y descriptiva. Los resultados indicaron que la metodología BIM en un diseño sísmo resistente mejoró significativamente la eficiencia del proceso, evitando errores e inconsistencias en el proyecto. Además, se apreció una notable reducción en los tiempos de desarrollo gracias a la interoperabilidad entre los programas Etabs 2020 y Revit 2022. Se concluyó que la adopción de un entorno BIM es apropiada para la planificación de diversos tipos de proyectos, dada la capacidad de almacenamiento de información que ofrece esta metodología, lo que ayuda a prevenir errores e inconsistencias durante la construcción.

Cholán (2021) en su investigación busca resaltar las propiedades constructivas del bambú para mejorar el confort térmico en una vivienda ubicada en el distrito de Shapaja. El enfoque metodológico utilizado es de investigación cuantitativa, con un nivel descriptivo y sin carácter experimental. Lo que se obtuvo como resultados

en la investigación, de acuerdo con los datos de las encuestas obtenidas, determina que el bambú en el distrito de Shapaja tiene mejores propiedades que otros materiales de la zona, sin embargo, no está siendo aprovechado como material de construcción renovable, a pesar de que abunda en la zona. En resumen, es importante reconocer al bambú como un recurso de construcción renovable y sostenible que puede mejorar significativamente el confort térmico en las viviendas locales. Esto puede tener efectos positivos en la calidad de vida de los residentes y fomentar prácticas constructivas más respetuosas con el medio ambiente.

El propósito de la investigación de García y Moreno (2022) es analizar la influencia del bambú (*Guadua angustifolia*) como componente estructural en la edificación de viviendas de dos niveles en contraposición a las construcciones de albañilería. La metodología empleada en este estudio se caracteriza como documental descriptivo, Se lleva a cabo una evaluación comparativa de los costos y los plazos de construcción entre viviendas de dos pisos construidas con bambú y viviendas de albañilería que comparten un diseño arquitectónico idéntico. Los hallazgos de la investigación muestran que el bambú presenta propiedades mecánicas y características que lo posicionan como un material alternativo adecuado para la construcción de viviendas, lo que lo distingue de otros materiales convencionales de construcción. En conclusión, el bambú (*Guadua angustifolia*) puede influir positivamente en la construcción de viviendas de dos pisos en comparación con la albañilería, respaldando su viabilidad como material alternativo

El estudio realizado por Vega (2019), Tiene como propósito evaluar la incorporación de bambú para reforzar el concreto con el fin de analizar el comportamiento estructural de una vivienda en Cañete. La metodología que se emplea en esta investigación incluyó la realización de ensayos mecánicos del bambú. Los resultados obtenidos nos indican que las cargas son menores y la resistencia es mayor a comparación de una vivienda tradicional. En conclusión, la utilización del bambú en el refuerzo del concreto tiene un impacto significativo en la mejora del comportamiento estructural de viviendas de dos pisos en Cañete.

Según Ponte (2022), El objetivo de su estudio es evaluar el comportamiento a

flexión de una viga reforzada con bambú. La investigación es cuasi experimental, lo que tiene como objetivo diferenciar la deformación y el esfuerzo máximo. Se consideran 2 muestras, una viga de concreto reforzada con acero y otra reforzada con bambú. En conclusión, el bambú demostró ser una alternativa viable como material de refuerzo, con valores de carga, momento flector, flexión y módulo de ruptura similares a los obtenidos con el acero. Esto respalda la posibilidad de utilizar el bambú como refuerzo principal en vigas, lo que tiene implicaciones significativas en la construcción sostenible y el uso de recursos renovables en la ingeniería estructural.

Guerra (2021), Tiene como objetivo evaluar e identificar el impacto que genera una vivienda hecha de bambú, ubicada en la provincia de Lima. En su estudio utiliza la metodología de ciclo de vida. En sus resultados considera se consideran distintas etapas de su vida útil son entre 25 a 50 años, antes del uso, se agrega las siguientes etapas: extracción de materias, manufactura y por último la edificación. Se concluyó que los procesos de cadena productiva son muy importantes para el proceso constructivo.

Según lo establecido en la Norma Técnica Peruana E-100 Bambú (2020) La *Guadua angustifolia*, una variedad de bambú originaria de los países andino-amazónicos, se desarrolla en el Perú hasta altitudes de 2,000 metros sobre el nivel del mar, formando bosques naturales en la región amazónica y en otras áreas a través de plantaciones. Esta especie sobresale a sus propiedades estructurales en sus tallos, que exhiben con relación a peso y a resistencia llegando a ser igual o mejor a algunas maderas, considerando equiparable incluso al acero y otras fibras de alta tecnología. Absorbe la energía y permite una mayor flexión convirtiéndole en material idóneo para construir edificaciones resistentes a sismos.

Según lo establecido en la Norma Técnica del Perú E-100 (2020), si se desea que el bambú sea considerado estructural, es necesario que posea las siguientes características:

La recolección del bambú destinado a fines estructurales debe llevarse a cabo

cuando la planta alcance una edad de entre 4 y 6 años. Es primordial fundamental que el contenido de humedad del bambú esté en equilibrio con el entorno antes de su uso en la construcción; en caso de emplearlo en estado verde, se deben tomar precauciones para garantizar que, al secarse, las dimensiones de las piezas se mantengan conforme al diseño previsto. Además, el bambú debe contar con una durabilidad natural adecuada y recibir protección contra diversos factores externos como humedad, hongos e insectos. Se deben evitar deformaciones iniciales del eje mayor de las piezas, las cuales no deben exceder el 0,33% de la longitud del elemento, y no se deben observar grietas en los nudos o longitudinales en el transcurso del eje. Aquellas piezas que presenten agrietamientos mayo al 20% de lalongitud del tronco no serán consideradas aptas para uso estructural, y cualquier signo de pudrición o perforaciones causadas por insectos xilófagos descalifica su utilización.

## II. METODOLOGÍA.

### 2.1. Tipo y diseño de investigación.

Murillo (2023) La investigación aplicada busca la aplicación y utilización de los conocimientos adquiridos y a la vez a resolver problemas. Suele requerir la aplicación de varias ciencias. Porque el problema es real y no puede resolverse aplicando los principios abstractos de una sola ciencia. (p.8)

#### 2.1.1. Tipo de investigación.

La investigación se clasifica como **investigación aplicada** porque utiliza el conocimiento existente para explorar alternativas prácticas a un problema planteado. Este método de investigación tiene como objetivo aplicar directamente los resultados y hallazgos de la investigación para abordar situaciones del mundo real y lograr mejoras tangibles en el entorno en el que se lleva a cabo esta investigación.

Mendoza H. (2022) explica que el **enfoque cuantitativo** implica una transformación que puede adoptar diversas formas, como secuencia, razonada o justificada, y se caracteriza por su énfasis en establecer relaciones de causa y efecto para medir el fenómeno (pág. 2). Por otro lado, Hernández y Samperio indican que "el proceso cuantitativo es secuencial y probatorio" (pág. 1). Por lo tanto, esta investigación se lleva a cabo mediante la recolección de datos obtenidos a través de pruebas que buscan verificar las hipótesis planteadas.

#### 2.1.2. Diseño de investigación.

En el proyecto se propone un **diseño experimental** porque se manipula la variable independiente y de esta manera posee una garantía de validez. Ramos (2021) una investigación experimental se encuentra en dos niveles respecto a la variable que interviene, la intervención para un grupo experimental y para un grupo control que no interviene. Para ello es necesario un plan estratégico de las etapas.

### 2.2. Variables y operacionalización.

## **2.2.1. Variable dependiente: Comportamiento estructural**

### **2.2.1.1. Definición conceptual**

Según la Norma E.100 BAMBÚ, establece pautas específicas para el uso del bambú en la construcción de viviendas es. Se enfatiza, la importancia de ajustar el contenido de humedad al equilibrio local y de garantizar una adecuada protección contra agentes externos para asegurar la durabilidad. Los criterios de calidad estructural, como limitaciones en deformaciones y fisuras, son esenciales para la seguridad de las viviendas. Además, se prohíben agrietamientos superiores al 20% de la longitud del tronco y perforaciones por insectos. La norma resalta la inadmisibilidad de bambúes con signos de pudrición. En el contexto de viviendas es, estas directrices específicas buscan asegurar la idoneidad y resistencia del bambú como material de construcción.

### **2.2.1.2. Definición Operacional**

Se realizan estudios ingeniería, como el estudio de mecánica de suelos. También, se realizará el diseño estructural y arquitectónico. Se utilizará el programa Etabs. Además, se presentará el análisis de costos utilizando el programa S10. La escala es nominal.

## **2.2.2. La variable Independiente: El Bambú como material de construcción**

### **2.2.2.1. Definición conceptual**

Según Guerra (2021) el bambú es un material inmejorable e innovador para la construcción de viviendas que sirve de sostenibilidad, con muchas características que aportan a la resistencia sísmica. Además, es un material ecológico y apropiado para la construcción, por ello es una gran opción utilizarlo en la construcción de viviendas.(pág.17)

### **2.2.2.2. Definición Operacional**

Según la Universidad Nacional Agraria La Molina (2020), se observa un creciente interés en la utilización del bambú en la construcción debido a las ventajas que ofrece esta especie, destacándose por su rápido crecimiento.

Se evaluarán las propiedades físicas y mecánicas del bambú, para ello se realizará ensayos de laboratorio aplicado el ensayo de corte y compresión. También se utilizará el RNE para constatar el cumplimiento de las normas E-30 Y E-100, de tal manera respetar los parámetros que indica en cuanto al uso del bambú en la construcción. Esta variable es considerada nominal ya que hay una relación consecutiva para ordenar los datos.

### **2.3. Población, muestra y muestreo.**

**2.3.1. Población:** Según Hernández et al. (2020), tiene por definición que una muestra es una población del cual se recoge, y estas a su vez tiene que ser precisas, ya que el subgrupo seleccionado va a representar a dicha población. (p. 173)

La población, son las viviendas existentes en San Antonio de Jicamarca Anexo22, Huarochirí.

**2.3.2. Muestra:** Según Hernández et al. (2020), tiene por definición que una muestra es una población del cual se recoge, y estas a su vez tiene que ser precisas, ya que el subgrupo seleccionado va a representar a la población. (p. 173)

La vivienda

**2.3.3. Muestreo:** Según Kumar (2021), “La muestra se caracteriza por ser seleccionada y tiene la probabilidad de ser elegido y de ser incluido. Por lo tanto, deber ser representativa en la población” (p.85)

El muestreo es no probabilístico

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **2.4.1. Técnica:**

La técnica para utilizar son los estudios de laboratorio y las características tanto físicas como mecánicas del bambú. Estudios de mecánica de suelos.

#### **2.4.2. Instrumento:**

Hernández & Mendoza (2018), Para la recolección de datos es importante utilizar cuestionarios de acuerdo con el objetivo de las variables de investigación, siendo confiables y válido.

Como instrumento empleado son los informes que se obtendrán de los resultados de las pruebas de laboratorio, también del desarrollo de datos en civil 3D, el modelo en el software Etabs y diseño hecho en AutoCAD, formato S10.

#### **2.5. Procedimiento.**

Se realizaron diferentes estudios para poder cumplir con el objetivo planteado. Para ello se realizó el estudio de suelo, con el fin de conocer el tipo de suelo, las características y capacidad portante. Paso siguiente se determinará las características tanto físicas como mecánicas del bambú.

Según los datos obtenidos, se realizará el diseño arquitectónico, estructural, instalaciones sanitarias y eléctricas. Finalmente se procede con la discusión de los resultados, las conclusiones y las recomendaciones.

#### **2.6. Métodos para el análisis de datos**

Se utilizará la norma sismorresistente E- 030, norma E-100 "Bambú" y norma E-020 de cargas. De esta manera utilizar estos tres parámetros para poder diseñar. Por otro lado, se realizará el presupuesto en S10 y se utilizará el software Etabs para el modelamiento. también se tendrá asesoramiento para realizar dicha investigación.

#### **2.7. Aspectos éticos.**

Este proyecto de investigación se realiza respetando los derechos de autor y para su elaboración se tiene en cuenta la guía establecida por la Universidad César Vallejo.

La información que ha sido plasmada en la investigación es un conjunto de artículos científicos, tesis e investigaciones, por lo que han sido citados cumpliendo la norma (ISO). La investigación se ha trabajado minuciosamente con la intención de aportar a los futuros investigadores y a ayudar a los habitantes en cuanto a la infraestructura de sus viviendas, de esta manera tener una vivienda segura.

### **III. RESULTADOS**

Se realizaron pruebas de compresión, flexión y humedad en muestras de bambú para determinar su viabilidad como material de construcción en viviendas sismorresistentes en Huarochirí. Estas pruebas fueron fundamentales para evaluar las propiedades mecánicas del bambú y sus deformaciones bajo la aplicación de cargas. Los resultados obtenidos mostraron que el bambú cumple con lo establecido en la norma técnica peruana E100, lo que lo convierte en un material adecuado para soportar cargas verticales en estructuras.

Además, las pruebas de flexión revelaron que este tipo de bambú tiene una excelente capacidad de deformación antes de alcanzar su punto de ruptura, indicando una buena resistencia a las fuerzas laterales que se presentan durante los sismos.

En cuanto a las pruebas de humedad, se observó que el bambú presenta una baja absorción de agua, lo que es beneficioso para su durabilidad en climas húmedos. Este comportamiento higroscópico es crucial para evitar el deterioro del material por la acción del agua, garantizando así una mayor vida útil de las estructuras construidas con este material. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

#### **3.1. Resistencia a la compresión.**

Este ensayo ayuda a determinar la resistencia del bambú o su deformación ante un esfuerzo de compresión. Se realizó el ensayo aplicando una carga axial de compresión a una velocidad de carga prescrita, esperando que se presente la falla. Se determina la resistencia aplicando las cargas cuando se realiza el ensayo.

Para el ensayo se utilizaron 3 muestras de bambú con una altura de 30cm y un diámetro de 10cm.

**Tabla N°1.** Esfuerzos admisibles

<b>FLEXIÓN (fm)</b>	<b>COMPRESIÓN PARALELA (fc)</b>	<b>CORTE (fv)</b>
5 MPa (50 kg/cm <sup>2</sup> )	13 MPa (130 kg/cm <sup>2</sup> )	1 MPa (10 kg/cm <sup>2</sup> )

Fuente: Norma E-100

**Tabla N°2.** Resultados de las pruebas de compresión de la fibra

<b>IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN</b>	<b>PESO (gr)</b>	<b>DÍAMETRO mm</b>	<b>FUERZA MÁXIMA KN</b>	<b>ÁREA cm<sup>2</sup></b>	<b>ESFUERZO kg/cm<sup>2</sup></b>
C-1	671.0	97.0	90.51	73.9	125
C-2	720.0	99.2	105.31	77.29	139
C-3	660.0	100.6	100.73	79.41	129

Fuente: Laboratorio JCH S.A.C.

**Tabla N°3.** Ensayo a la compresión

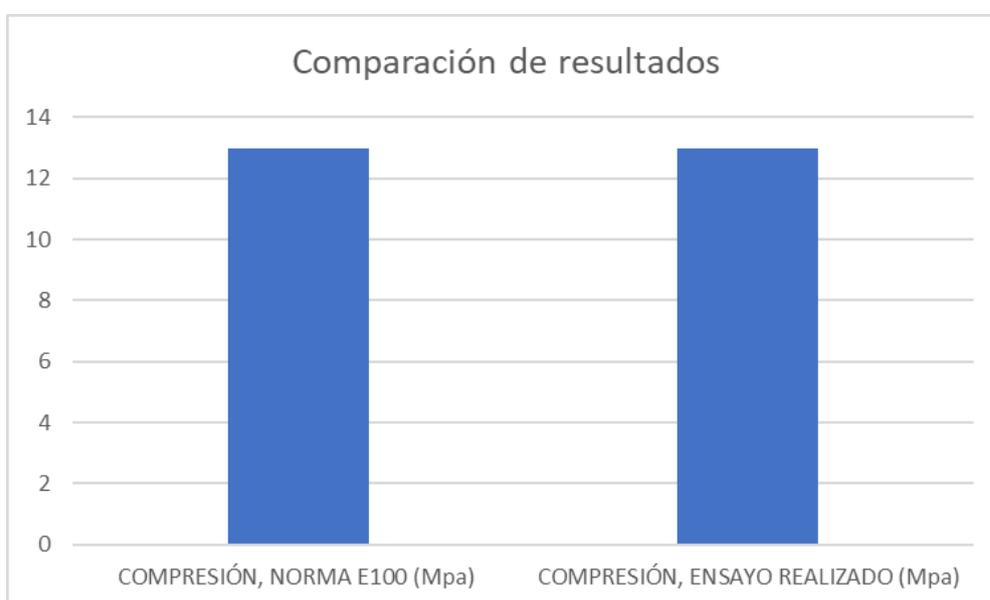
<b>MUESTRAS</b>	<b>COMPRESIÓN PARALELA (Mpa)</b>
C-1	12
C-2	14
C-3	13
<b>PROMEDIO</b>	<b>13</b>

Fuente: Propia

### 3.1.1. Interpretación

Teniendo en cuenta la tabla N°3, los resultados de nuestras tres muestras dándonos como resultados son: 12 Mpa, 14 Mpa, 13 Mpa, teniendo como promedio 13 Mpa, por lo tanto, si cumple con los parámetros admisibles, y también con el reglamento nacional de edificaciones NORMA E.100, donde se menciona que su resistencia mínima de compresión es 13 Mpa.

**Gráfico N°1:** Grafico comparativo



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.2. Sistemas de falla por compresión

Al aplicar la carga de falla a las probetas provocan los siguientes sistemas de fallas:

- Fisuras Horizontales
- Corte
- Aplastamiento



**Figura N°1.** Fisuras paralelas a la fibra



**Figura N°2.** Corte.



**Figura N°3.** Aplastamiento, corte, fisura paralela.

### 3.2. Ensayo a flexión

Los resultados del ensayo a flexión del bambú, indican que este material posee una notable capacidad para resistir fuerzas laterales.

Además, el hecho de que las muestras presenten valores cercanos entre sí indica una consistencia en la calidad del material, lo cual es esencial para la construcción. La capacidad del bambú para deformarse antes de alcanzar su punto de ruptura es particularmente valiosa en situaciones sísmicas, donde las estructuras deben absorber y disipar energía para evitar colapsos. La flexibilidad natural del bambú, combinada con su resistencia, sugiere que puede adaptarse bien a las fuerzas dinámicas inducidas por terremotos, proporcionando una opción de construcción segura y eficiente.

**Tabla N°4.** Resultados de ensayo a flexión

Muestra	Peso (gr)	B (cm)	H (cm)	L (cm)	Lo (cm)	CARGA (Kn)	MÓDULO DE ROTURA
V-1	1394.0	10.0	10.0	52.5	70.0	6.95	49.6 kg/cm <sup>2</sup>
V-2	1551.0	9.6	9.8	52.0	70.5	6.84	54.0 kg/cm <sup>2</sup>
V-3	1258.0	9.5	9.8	52.2	70.3	6.23	50.3 kg/cm <sup>2</sup>
						Promedio	51.3 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Laboratorio JCH S.A.C.

**Tabla N°5.** Resultados de ensayo a flexión

Muestra	MÓDULO DE ROTURA
V-1	49.6 kg/cm <sup>2</sup>
V-2	54.0 kg/cm <sup>2</sup>
V-3	50.3 kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	51.3 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Laboratorio JCH S.A.C.

### **3.2.1. Interpretación**

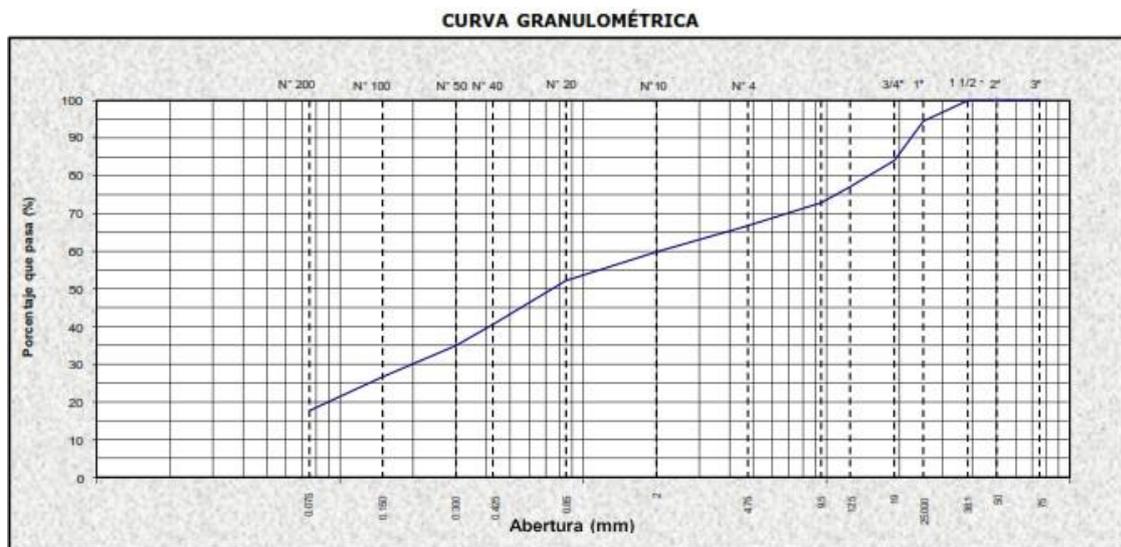
Teniendo los resultados de la tabla N°5. La muestra 1 presentó una resistencia de 46.6 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra 2 alcanzó 54.0 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra 3 obtuvo 50.3 kg/cm<sup>2</sup>, en promedio de 51.3 kg/cm<sup>2</sup>. Este promedio se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la norma técnica peruana E100, que establece un mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demuestran que el bambú tiene la resistencia necesaria para su uso en estructuras que deben soportar cargas y deformaciones significativas, como es el caso de las viviendas sismorresistentes.

### 3.3. Estudio de suelos

Así mismo se realizó el estudio de suelos. Para esto se localizaron los puntos de explotación de las calicatas a realizar, con la ayuda de la pala retroexcavadora se procedió a excavar la calicata y sacar la muestra requerida. Teniendo en consideración el RNE de la Norma E-50 suelos y cimentaciones. El cual indica que las calicatas se realizaron teniendo en cuenta el tipo de edificación, la categoría que se encuentra y el área techada de la edificación.

Posterior a ello se procedió con los estudios competentes para la clasificación de suelos (SUCS). De esta manera se realizó los ensayos de laboratorio obteniendo los resultados que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N°06.** Análisis de granulometría



**Fuente:** Estudio de Mecánica de suelos, 2024.

### 3.3.1. Interpretación.

Los resultados de la clasificación de SUCS — de Análisis de granulometría por tamizado, indicando su tipo de suelo del terreno donde se tomó la muestra Obteniendo como resultado un porcentaje 33.3 % gravas, 49.1 % arena y 17.6 % de finos.

En los resultados se muestra que no tiene límite plástico, tampoco líquido, menos índice de plasticidad. según la clasificación AASSTO es SM arena limosa que pertenece a la mezcla de arena y limo. Según su clasificación por índice de gruposes baja. Para todo lo indicado se tiene en consideración la Norma E-50 de suelos y cimentación.

**Tabla N°07.** Contenido de Humedad

<b><u>DATOS Y RESULTADOS</u></b>	
W (G)	5684.4
D(g)	5234.2
P (%)	8.6

**Tabla N°08.** Tamaño de la muestra de agregados

<b>TMN</b>	<b>MASA MINIMA</b>
<b>pulg</b>	<b>kg</b>
No. 4	0.5
3/8	1.5
1/2	2.0
3/4	3.0
1	4.0
1 1/2	6.0
2	8.0
2 1/2	10.0

**Fuente:** Estudio de Mecánica de suelos, 2024

## Interpretación:

Teniendo en cuenta la tabla N°07, donde se muestra el contenido de humedad que se analizó por cada muestra. Se hizo una calicata de 3 metros, posteriormente se llevó al laboratorio donde se obtuvo el resultado de 8,6% de contenido de humedad.

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

**Figura N°04:** Simbología de suelos

Fuente: Norma E 0.50 suelos y cimentaciones

Considerando la figura N°04, se identificó la simbología de nuestro suelo de estudio. Los cuales indican el tipo de suelo arena limosa. Asignando la norma E 050 el símbolo SUCS SM.

### **3.4. Contenido de humedad**

En relación al tercer objetivo específico, donde se evalúa la influencia del bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en Huarochirí-2024, teniendo en cuenta su contenido de humedad, se realizaron ensayos preliminares para determinar las propiedades mecánicas y físicas del bambú. Estos ensayos incluyeron pruebas de resistencia a la compresión, flexión y contenido de humedad, que proporcionaron datos cruciales para el diseño estructural.

Con la información obtenida de estos ensayos, se diseñó la infraestructura arquitectónica siguiendo las Normas del RNE, como la A 0.10, A 0.20 y E100-Bambú.

El diseño incluyó la integración del bambú en elementos estructurales clave, como columnas, vigas y techos, aprovechando sus propiedades naturales de flexibilidad y resistencia. También se consideraron aspectos estéticos y funcionales para crear un espacio habitable que no solo fuera seguro y resistente, sino también sostenible y armonioso con el entorno local.

Adicionalmente, se elaboró el diseño de la estructura para analizar los desplazamientos de la vivienda mediante un modelamiento con el programa etabs. Este análisis permitió identificar las posibles deformaciones y comportamientos de la estructura durante eventos sísmicos, asegurando que el uso de bambú no comprometiera la seguridad de la edificación.

Para evaluar las propiedades físicas del bambú, se midió su contenido de humedad comparando el peso de las muestras húmedas con la pérdida de masa seca, teniendo en cuenta que el bambú tiene que estar seco y no verde para realizar dicho ensayo, se sumerge en agua, se pesa luego se le seca en el horno y se le vuelve a pesar por lo cual este procedimiento es fundamental para entender cómo la humedad afecta su rendimiento estructural. Para ello con un diámetro de 10cm y 12cm de altura. Se utilizó una balanza digital con exactitud de 0.0g y la utilización de un horno eléctrico.

**Tabla N°09.** El bambú antes del secado

MUESTRAS	Peso de recipiente (gr)	Peso de bambú (gr)	Peso de bambú + recipiente (gr)
H-1	0.0	738.0	738.0
H-2	0.0	776.0	776.0
H-3	0.0	679.0	679.0
Promedio			731.0

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°10.** El Bambú después del secado

MUESTRA	Peso de recipiente (gr)	Peso de bambú (gr)	Peso de bambú + recipiente (gr)
H-1	0.0	628.0	628.0
H-2	0.0	669.0	669.0
H-3	0.0	587.0	587.0
Promedio			628.0

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N°11.** Contenido de Humedad

Muestra	Porcentaje (%)
H-1	17.52
H-2	15.99
H-3	15.67
Promedio	16.39

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.1. Interpretación

El contenido de humedad aceptable del bambú para su uso en construcción puede variar dependiendo de las normativas y estándares específicos que se apliquen en una región o país. Sin embargo, según la Norma Técnica Peruana (NTP) E.100 sobre el uso de bambú en construcción, el contenido de humedad del bambú utilizado estructuralmente debe estar entre el 12% y el 18%.

Este rango de humedad es crucial para garantizar la estabilidad y resistencia del bambú, evitando problemas como el encogimiento, la hinchazón y la posible aparición de hongos o insectos que puedan comprometer la integridad estructural del material.

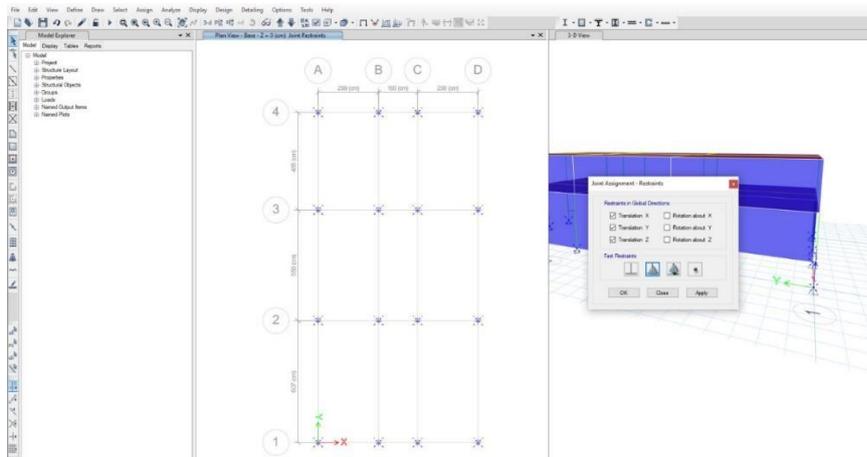
**Tabla N°12.** Resultados de laboratorio, contenido de humedad

<b>Recipiente N.º 1</b>		<b>H-1</b>	<b>H-2</b>	<b>H-3</b>
Masa de Bambú húmedo + recipiente	g	738.0	776.0	679
Masa de Bambú seco + recipiente	g	628.0	669.0	587.0
Masa de recipiente	g	0.0	0.0	0.0
Masa de agua	g	110.0	107.0	92.0
Masa de bambú seco	g	628.0	669.0	587.0
Contenido de agua	%	17.52	15.99	15.67
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>17.52</b>	<b>15.99</b>	<b>15.67</b>
<b>Densidad (gr/cm3)</b>		<b>0.852</b>	<b>0.844</b>	<b>0.833</b>

Fuente: Laboratorio JCH S.A.C.

### 3.5. Modelamiento Etabs

Para el análisis estructural y el comportamiento del modelo, se utilizó el software ETABS V21.1.0, que resultó de gran ayuda en el diseño. Se pudo confirmar que el diseño de la vivienda unifamiliar construida con bambú es óptimo frente a eventos sísmicos, ya que los desplazamientos inelásticos se mantuvieron por debajo del 1%, conforme a la norma E.030. Esto cumple con el objetivo del diseño estructural y confirma los ensayos de materiales previos. (revisar anexos)



**Figura N°5:** Modelamiento Etabs

Fuente: programa Etabs

#### IV. DISCUSION

Tomando en cuenta los objetivos específicos con el propósito de cumplir con el objetivo general. De acuerdo al primer objetivo denominado: “Analizar la influencia del bambú como material de construcción en el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí- 2024”. En sus estudios realizados (Luna Patricia, Lozano Jorge, Takeuchi caori, 2024) en su investigación proponen conocer los valores característicos de sus propiedades mecánicas de resistencia mecánica a compresión, se puede ver que hay una resistencia a compresión con respecto a la porción del culmo.

En nuestra investigación también planteamos Analizar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento a compresión. Para esto se realizó el ensayo aplicando la carga axial de compresión a una velocidad de carga prescrita, esperando un error. Se determina la resistencia aplicando las cargas cuando se realiza el ensayo. Como resultado de la resistencia a la compresión de nuestras como resultados: 12, 14, 13, teniendo como promedio 13 Mpa, de esta manera cumpliendo con el rango establecido por la NORMA E.100.

Con respecto a nuestro segundo objetivo, el cual es Analizar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024. Considerando los resultados que se tomaron del documento que se tomó como referencia (Luna Patricia, Lozano Jorge, Takeuchi caori, 2024) en su investigación, en los resultados finales tienen una tendencia respecto a la porción del culmo. No hay variación para la guadua, el cual el promedio percentil aumenta 5 de altura.

En nuestra investigación, resultados del ensayo a flexión del bambú *Guadua angustifolia* indican que este material posee una notable capacidad para resistir fuerzas laterales. La muestra 1 presentó una resistencia de 46.6 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra 2 alcanzó 54.0 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra 3 obtuvo 50.3 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 51.3 kg/cm<sup>2</sup>. Este promedio se encuentra en la Norma técnica peruana E100, que establece un mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demuestran que el bambú tiene la resistencia necesaria para su uso en

estructuras que deben soportar cargas y deformaciones significativas, como es el caso de las viviendas sismorresistentes.

Con respecto a nuestro tercer objetivo, el cual es evaluar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024. Se obtuvo que el contenido de humedad aceptable del bambú para su uso en construcción puede variar dependiendo de las normativas y estándares específicos que se apliquen en una región o país. Sin embargo, según la Norma Técnica Peruana (NTP) E.100 sobre el uso de bambú en construcción, el contenido de humedad del bambú utilizado estructuralmente debe estar entre el 12% y el 18%. Este rango de humedad es crucial para garantizar la estabilidad y resistencia del bambú, evitando problemas como el encogimiento, la hinchazón y la posible aparición de hongos o insectos que puedan comprometer la integridad estructural del material.

Esto se relaciona con las tesis de (BARTOLOME PAULA, 2022) que tiene como título "Bambú, de tradición a futuro" donde teniendo en cuenta el contenido de humedad se obtuvo cañas con el peso específico 700 y 850 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo el resultado menor a 570 kg/m<sup>3</sup> zona más húmeda.

De acuerdo a nuestro objetivo general el cual es determinar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024, se realizaron ensayos de mecánica de suelos, luego se procedió a hacer estudios de laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas y físicas, de esta manera poder proceder al diseño de una vivienda y obtener resultados óptimos.

En el diseño sismo resistente se obtuvieron la variación de espectro sísmico en el ETABS V21.1.0. Se comprobó que el desplazamiento estático y dinámico cumple con los desplazamientos estructurales.

Esto coincide con la investigación de (Ancajima Gutierrez, 2022) nos dice que el desplazamiento en dirección x-x de 0.000186, en Y-Y=0.000179. Esta información cumple con los requisitos de la norma E. 30 ya que el Límite para la distorsión del entrepiso no debe ser mayor a 0.01.

## V. CONCLUSIONES

1. Los ensayos de compresión y flexión han demostrado que el bambú utilizado en este estudio cumple con los estándares exigidos por la normativa peruana E100. La resistencia a la compresión promedio de 131 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a la flexión promedio de 51.3 kg/cm<sup>2</sup> indican que el bambú es adecuado para soportar cargas verticales y fuerzas laterales significativas, características clave para la construcción de viviendas sismorresistentes en Huarochirí.
2. El bajo contenido de humedad promedio del bambú (16%) es favorable para su durabilidad en climas húmedos, cumpliendo con los requisitos de la Norma Técnica Peruana E100. Esto garantiza que las estructuras construidas con bambú mantendrán su integridad estructural a lo largo del tiempo, minimizando el riesgo de deterioro por la acción del agua.
3. La capacidad del bambú para deformarse antes de alcanzar su punto de ruptura es esencial para absorber y disipar energía durante eventos sísmicos. Esto sugiere que las viviendas construidas con bambú podrían resistir mejor los impactos sísmicos, proporcionando un entorno más seguro para los residentes de Huarochirí.
4. Para el análisis estructural y el comportamiento del modelo, se utilizó el software ETABS V21.1.0, el cual resultó ser de gran utilidad para el diseño. Se pudo confirmar que el diseño de la vivienda unifamiliar construida con bambú es óptimo frente a eventos sísmicos, ya que los desplazamientos inelásticos se mantuvieron por debajo del 1% según la norma E.030, cumpliendo así con los objetivos de diseño estructural y corroborando los ensayos previos realizados con los materiales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda promover la inclusión del bambú como material de construcción en las normativas locales y proporcionar capacitación técnica a arquitectos, ingenieros y constructores. Esto asegurará que se utilicen prácticas constructivas adecuadas y se cumplan los estándares de calidad y seguridad estructural.
2. Se recomienda continuar investigando sobre tratamientos de preservación del bambú y nuevas técnicas de construcción. Esto permitirá optimizar su uso en diversas condiciones climáticas y geográficas, garantizando su eficacia a largo plazo como material constructivo sostenible.
3. Se recomienda establecer programas de monitoreo y mantenimiento para las estructuras construidas con bambú. Esto ayudará a identificar y abordar cualquier deterioro o problema estructural a tiempo, prolongando así la vida útil de las viviendas.
4. Se recomienda implementar incentivos económicos y fiscales para fomentar la adopción del bambú en la construcción sismorresistente. Esto puede estimular la inversión en proyectos de vivienda sostenible y mejorar las condiciones de habitabilidad en comunidades como Huarochirí.

## REFERENCIAS

- GARCIA, Jonathan. Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante el método de Benedetti-Petrini en el hospital regional Docente las Mercedes, distrito de Chiclayo, Lambayeque, 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2021. [Consultado el 04 de octubre del 2023] Disponible en: <https://biblioteca.ucm.es/data/cont/docs/384-2017-10-24-ISO%20690%20Univ.%20Carlos%20III.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Normas Técnicas de Edificaciones E0.30, Diseño sismorresistente. Lima, Perú. Disponible en: - [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf)
- BISMARCK TORRES y MERCÈ SEGARRA. El bambú como alternativa de construcción sostenible. *Revistasunne*. 2019, 5, 5.
- Garcia, T., & Moreno, R. R. (2022). Influencia del bambú (*Guadua angustifolia*) como material alternativo en la construcción de una vivienda de dos pisos respecto a una de albañilería en el departamento de Lima, año 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/33705>
- Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. (2021). *Polo del Conocimiento*, 6(62), Artículo 1987-2011.
- Andrea Carolina Dalal Montealegre. (2021). *Estrategia para el uso alternativo del bambú como material sustentable para la construcción de viviendas verdes en Colombia* [Proyecto Integral De Grado Para Optar Por El Título De Especialista En Gestión Ambiental Inédita]. Universidad De América.

- Salvatierra Vega, Bandy Basilio. (2019). Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete - 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46380>
- DELGADO, Cristian. Uso del Bambú en la construcción para reducir el impacto ambiental. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, 2023. [Consultado el 10 de octubre del 2023] Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a3a64c64-64eb-45be-b79b-3db67d32d886/content>
- FERNÁNDEZ, Alba. Estudio del Bambú y su uso en la construcción. Tesis Doctoral (Ingeniería Civil). España: Universidad de Granada, 2022. [Consultado el 10 de octubre del 2022] Disponible en: [file:///C:/Users/hp/Downloads/74861\(1\)%20\(1\).pd](file:///C:/Users/hp/Downloads/74861(1)%20(1).pd)
- ROJAS, Winston. Análisis del comportamiento estructural y rentabilidad de una edificación ecológica de Bambú respecto a una de albañilería confinada, Trujillo 2022. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2022. [Consultado el 10 de octubre del 2023] Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30905>
- FRIAS, Juan. Análisis del comportamiento estructural y beneficios de una vivienda de Bambú respecto a una de albañilería confinada en la provincia de Piura. Tesis (Ingeniería Civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. [Consultado el 8 de octubre del 2023] Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1933>

- OLANO, Jose and Rivadeneyra Frank. Diseño sismorresistente de una edificación en concreto armado de 06 niveles para vivienda aplicando metodología BIM. Tesis (Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú, 2022. [Consultado el 10 de octubre del 2022] Disponible en: [file:///C:/Users/hp/Downloads/J.Olano\\_F.Rivadeneira\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesion\\_al\\_2022](file:///C:/Users/hp/Downloads/J.Olano_F.Rivadeneira_Tesis_Titulo_Profesion_al_2022).
  
- GUERRA, Bety. Análisis del ciclo de vida de una vivienda unifamiliar de bambú. Tesis(Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021. [Consultado el 8 de octubre del 2021] Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21170/GUERRA\\_JESUS\\_BETSY\\_ANALISIS\\_CICLO\\_VIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/21170/GUERRA_JESUS_BETSY_ANALISIS_CICLO_VIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- *Cholán Villacorta, Solansh Anaís*(2021) Características constructivas del Bambú para el confort térmico en una vivienda en Shapaja, 2021. Tesis(arquitectura). Tarapoto: universidad cesar vallejo [Consultado el 13 de noviembre del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84444>
  
- LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA. **Vargas Cordero, Zoila Rosa. 2009.** 1,2009, Costa Rica: Revista Educación, 2009, Vol. 33. 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
  
- Ramos, C. (2021) Diseño de investigación experimental, Ciencia América, 10 (1). Disponible en: <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/356>
  
- *Sánchez de Tejada, Paula Bartolomé* (2021) Bambú, de tradición a futuro. Tesis (Grado). Madrid: Universidad Politécnica [Consultado el 01 de julio del 2024] Disponible en: [https://oa.upm.es/75445/1/TFG\\_Jun23\\_Bartolome\\_Saenz\\_deTejada\\_Paula.pdf](https://oa.upm.es/75445/1/TFG_Jun23_Bartolome_Saenz_deTejada_Paula.pdf)

- LUNA PATRICIA, Lozano Jorge, Caori Takeuchi, 2014. Determinación experimental de valores característicos de resistencia para Guadua angustifolia. [En línea]vol.16 no.1 Concepción feb. 2014 Epub 25-Nov-2013. Disponible en:  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-221X2014000100007#F3](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2014000100007#F3)
  
- *Ancajima Cristian, Elias Erick* (2022) Diseño sismorresistente de viviendas a base debambú en el centro poblado Nuevo Buenos Aires, distrito de Cura Mori, Piura-2022. Tesis (Ingeniería Civil). Tarapoto: universidad cesar vallejo [Consultado el 22 de Junio del 2024] Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116453>

## ANEXOS

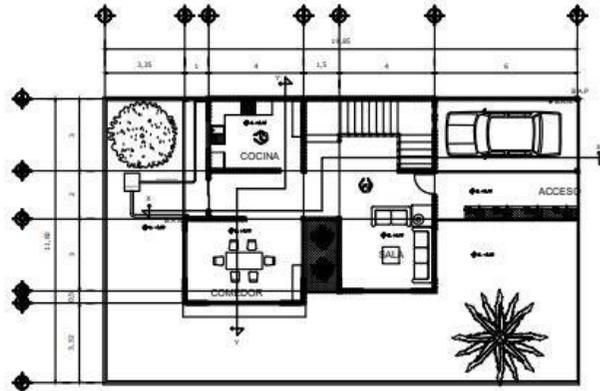
### Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochirí- 2024.						
Problema de estudio	Problema	Objetivos	Hipótesis	variable y dimensiones	Metodología	
Se desconoce el comportamiento estructural de una vivienda en Jicamarca Anexo 22, Huarochirí.	<b>Problema General</b> ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento estructural de una vivienda , Huarochirí-2024	<b>Objetivo General</b> Determinar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda en San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024.	<b>Hipótesis General</b> Al usar el bambú como material de construcción, mejorará significativamente el comportamiento estructural en una vivienda en Jicamarca Anexo 22, Huarochirí, 2024.	<b>Variable Independiente</b> El bambú como material de construcción. <b>Dimensiones</b> -Características mecánicas del bambú. -Características físicas del Bambú	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de investigación:</b> Explicativo <b>Método:</b> Inductivo Y Analítico <b>Diseño:</b> Experimental	

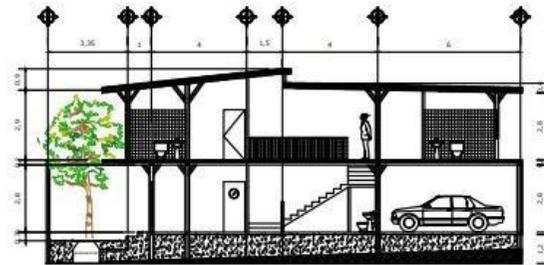
	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Población y muestra</b>
	<p>1. ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí-2024?</p> <p>2. ¿De qué manera el uso de bambú como material de construcción influirá en el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024?</p> <p>3. ¿De qué manera el uso de bambú como</p>	<p>1. Analizar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí-2024.</p> <p>2. Analizar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024.</p> <p>3. Evaluar la influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento</p>	<p>1. La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el comportamiento a compresión, de una vivienda, Huarochirí-2024.</p> <p>2. La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el comportamiento a flexión de una vivienda, Huarochirí- 2024.</p> <p>3. La influencia del uso de bambú como material de construcción determinará el</p>	<p>Comportamiento estructural</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <p>Análisis estructural:</p> <p>Ensayo de compresión.</p> <p>Ensayo de flexión.</p> <p>Contenido de humedad.</p>	<p><b>Población:</b> Las viviendas existentes Jicamarca Anexo 22, Huarochirí.</p> <p><b>Muestras:</b> El comportamiento estructural de una vivienda en Jicamarca Anexo 22, Huarochirí.</p> <p><b>Técnica e instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p><b>Técnica:</b> ensayos de laboratorio y las características físicas, mecánicas del bambú y mecánica de suelos.</p> <p><b>Instrumento:</b> pruebas de laboratorio, también del procesamiento de datos en civil 3D, modelamiento por el software Etabs y diseño en AutoCAD.</p>

	material de construcción influirá en el comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024?	estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024.	comportamiento estructural, considerando su contenido de humedad, para una vivienda, Huarochirí- 2024.		
--	--	---	--	--	--

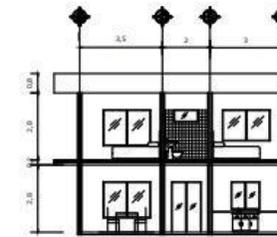
# Plano Arquitectónico



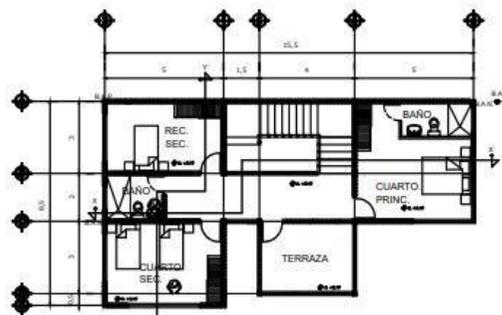
PRIMERA PLANTA



CORTE X-X'



CORTE Y-Y'



SEGUNDA PLANTA



FACHADA LATERAL



FACHADA PRINCIPAL



**PROYECTO:**

Influencia del bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochiri-2024.

**TESISTAS:**

1. Jurado Acosta, Ssecl Odet
2. Tello Menor, Leider Wilder

**ASESOR:**

Benduzi Romero, Lenin Miguel



**UBICACIÓN:**

San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochiri.

**PROYECTO:**



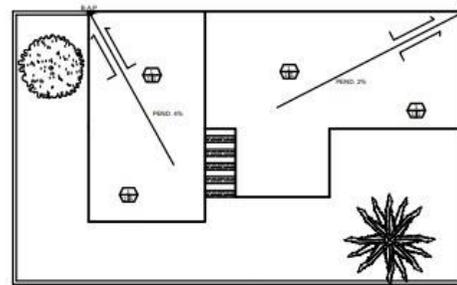
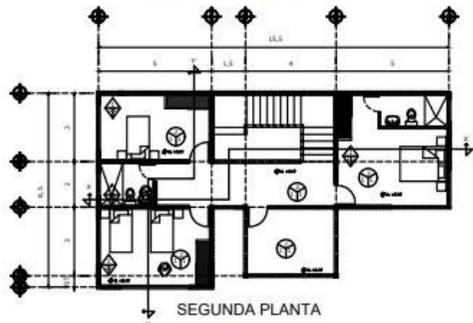
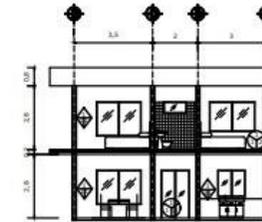
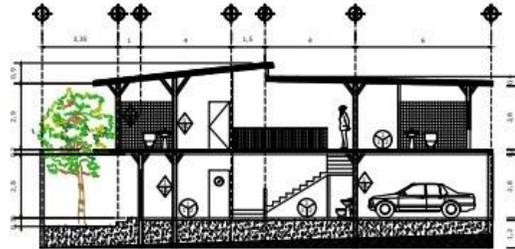
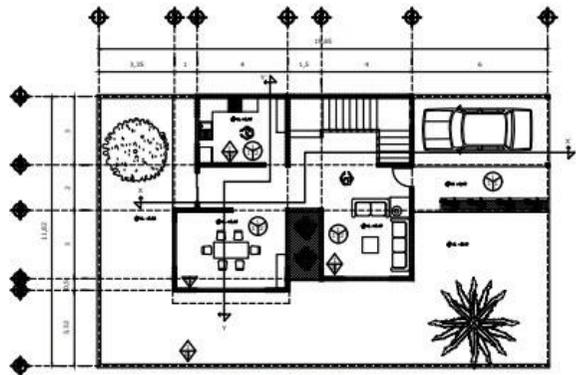
FECHA: MAYO 2024

ESCALA: 1/500

CON: LMSV

E-01

# Plano Estructural



- |   |  |
|---|--|
| <p><b>PISOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Suelo</li> <li>B. Substrucción</li> <li>C. Suelo firme</li> </ul> <p><b>Muros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Carga de apoyo de 1.5 cm de espesor</li> <li>2. Carga de apoyo</li> <li>3. Pared de concreto F'cd 20 kg/cm<sup>2</sup> de 10 cm de espesor</li> <li>4. Cimentación</li> <li>5. Cimentación de concreto de 30x30 cm</li> <li>6. Suelo firme</li> </ul> | <p><b>MUROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Base</li> <li>B. Suelo firme</li> <li>C. Suelo firme</li> </ul> <p><b>CUBIERTA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Base</li> <li>B. Suelo firme</li> <li>C. Suelo firme</li> </ul> |
|---|--|



**PROYECTO:**  
Influencia del bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochiri-2024.

**TESISTAS:**  
1. Jurado Acosta, Saeed Odet  
2. Tello Menor, Leider Wilder

**ASESOR:**  
Bendezú Romero, Lenin Miguel



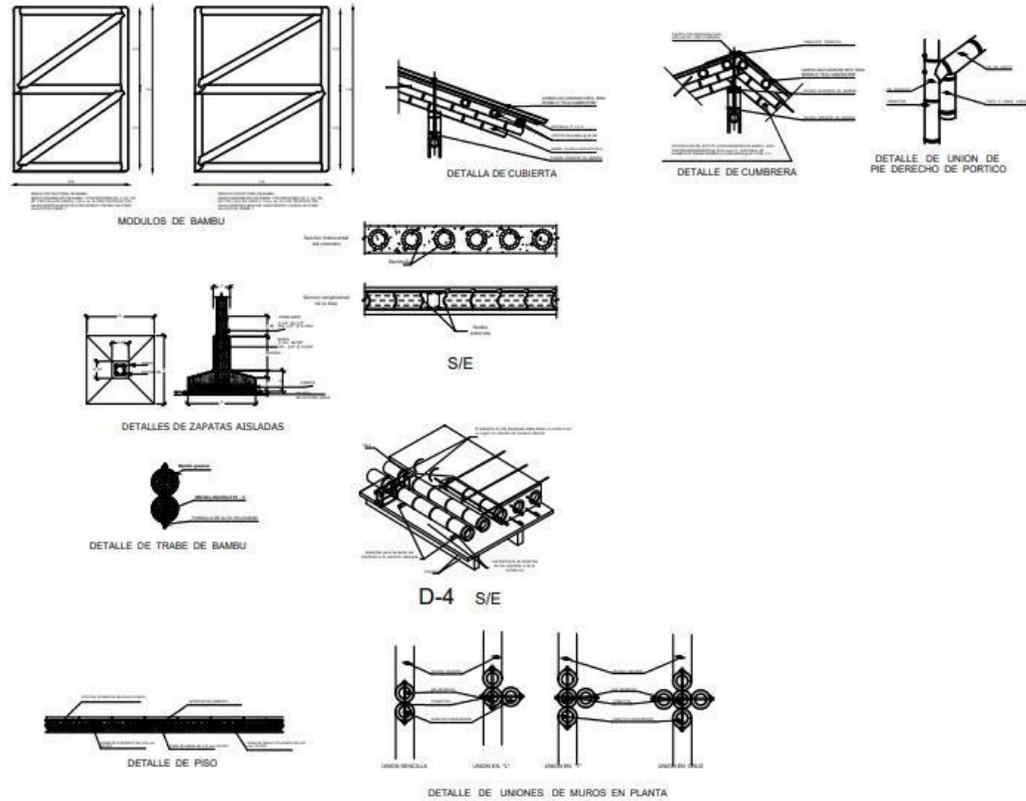
**UBICACIÓN:**  
San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochiri.



FECHA: MAYO 2024  
ESCALA: 1/500  
CAD: LNRV

E-02

# Plano de detalle de elementos estructurales



**PROYECTO:**  
Influencia del bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochirí-2024.

- TESISTAS:**
- Jurado Acosta, Sisco Odet
  - Tello Menor, Leider Wilder

**ASESOR:**  
Bendezú Romero, Lenin Miguel



**UBICACIÓN:**  
San Antonio de Jicamarca Anexo 22, Huarochirí.



FECHA:	MAYO 2024	<b>E-03</b>
ESCALA:	1/500	
CAD:	LM5V	

## Ubicación del proyecto

Nuestro proyecto, es una edificación destinada a una vivienda unifamiliar, ubicado en el distrito de San Antonio de Jicamarca, provincia de Huarochirí, Departamento de Lima, con un área de 235.51 m<sup>2</sup>, 2 pisos con una altura típica de 3.50 m por pisos. El primer piso presenta una distribución entre la sala, comedor, cocina, cochera, escalera y el siguiente piso presenta una distribución habitaciones, baños y terraza.



**Figura N°05.** Ubicación del proyecto

**Fuente:** Google eart

## ANALISIS ESTRUCTURAL

Modelamiento estructural en ETABS V21.1.0

Con el programa ETABS V21.1.0, se calcularon todos los esfuerzos que actúan en la estructura construida con bambú. En el diseño realizado, estos esfuerzos cumplieron con los límites admisibles según la norma E-100 para el bambú. En esta investigación, se desarrolló un modelo matemático en tres dimensiones. Primero, se definieron el material y las secciones, luego se aplicaron las cargas y se llevó a cabo el análisis dinámico.

**Tabla 12.** Módulo de elasticidad del bambú (mod máx. y mod min)

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	
$E_{\text{PROM}}$	$E_{\text{MIN}}$
9500 MPa (95 000 kg/cm <sup>2</sup> )	7300 MPa (73 000 kg/cm <sup>2</sup> )

**Fuente:** Norma E100

### Esfuerzos Admisibles

Los esfuerzos admisibles según la Norma Peruana de Construcción E.100 son los valores máximos de tensión, compresión y otros tipos de esfuerzos que un material, como el bambú, puede soportar sin fallar. Estos valores son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas con este material. La norma establece estos límites para asegurar que las estructuras no se sometan a cargas que puedan causar su colapso o deformación excesiva.

**Tabla 13.** Esfuerzos admisibles norma E.100

ESFUERZOS ADMISIBLES				
FLEXION ( $f_m$ )	TRACCION PARALELA ( $f_t$ )	COMPRESION PARALELA ( $f_c$ )	CORTE ( $f_v$ )	COMPRESION PERPENDICULAR ( $f'_{c\perp}$ )
5 MPa (50 kg/cm <sup>2</sup> )	16 MPa (160 kg/cm <sup>2</sup> )	13 MPa (130 kg/cm <sup>2</sup> )	1 MPa (10 kg/cm <sup>2</sup> )	1,3 MPa (13 kg/cm <sup>2</sup> )

**Fuente:** Norma E100

## **Análisis sísmico.**

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

La estructura a analizar consta de 2 niveles, la altura total de la edificación es de 6.80 m. Para iniciar con el análisis estructural se definió las secciones de los elementos estructurales, quedando así lo siguiente:

- Columna C1: 2C2F – D = 15cm.
- Columna C2: 2C CF 2F - D = 15cm.
- Columna C3: 1C2F - D = 15cm.
- Vigas VP: 1C2F, D = 15cm.
- Vigas VS: 1C1F, D = 15cm.
- Diagonales: 1C1F, D = 15cm.
- Cobertura de Techos: Bombonaje.

La configuración estructural busca satisfacer los siguientes requisitos:

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

**Para el análisis y diseño** se empleó el programa Etabs ETABS V21.1.0 que emplea el método matricial de rigidez y de elementos finitos. Para ello se modeló la geometría de la estructura y las cargas actuantes; a continuación, se detallan las propiedades mecánicas de los materiales:

Concreto:

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  : Resistencia a la compresión

$E_c = 15100\sqrt{f'c} = 218819.789 \text{ kg/cm}^2$  : Módulo de elasticidad

$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$  : Peso específico

Bambú:

$\gamma = 850 \text{ kg/m}^3$  : Peso específico

$E_b = 73000 \text{ kg/cm}^2$  : Módulo de elasticidad

$\nu = 0.40$  : Poisson del bambú.

$G = \frac{E_b}{2(1+\nu)} = 26071.43 \text{ kg/cm}^2$  : Modulo de corte bambú.

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

Carga muerta-Techo 1 (elementos frame):

- P. Bombonaje : 1.00 kg/m<sup>2</sup>
- P. Correas de bambú: 10.38 kg/m<sup>2</sup>
- P. Instalaciones : 20.00 kg/m<sup>2</sup>
- Ancho Tributario : 2.35 m

-----

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

Carga viva-Techo 1 (elementos frame):

- Carga viva : 50.00 kg/cm<sup>2</sup>
- Ancho Tributario : 2.35 m

-----

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

Carga muerta-Techo 2 (elementos frame):

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

-----

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

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

Carga viva-Techo 2 (elementos frame):

- Carga viva : 50.00 kg/cm<sup>2</sup>
- Ancho Tributario 1: 1.18 m
- Ancho Tributario 2 : 2.47 m

-----

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

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

Carga muerta-entrepiso 1 (elementos frame):

- P. Bambú en paredes : 6.92 kg/m<sup>2</sup>
- P. esterilla de bambú : 9.18 kg/m<sup>2</sup>
- Altura entrepiso : 2.70 m

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

Carga muerta-Techo 1 (elementos shell):

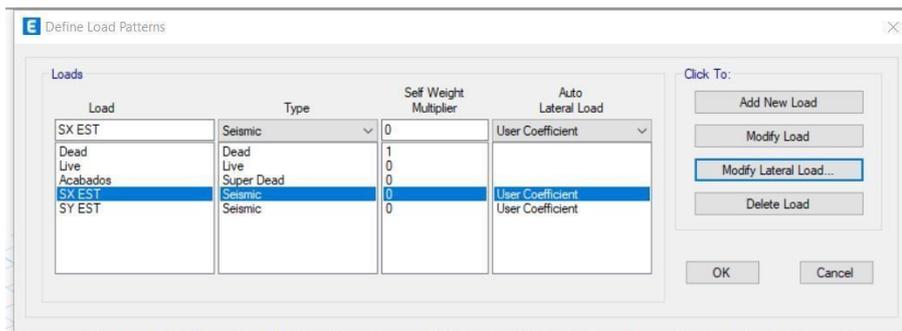
- P. acabados : 65.00 kg/m<sup>2</sup>

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

Carga viva-Techo 1 (elementos shell):

- Carga viva : 200.00 kg/cm<sup>2</sup>

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



**Figura Nº12:** Asignación de coeficiente basal en el programa ETABS V21.1.0

**Fuente:** Programa Etabs

### Irregularidades en altura y planta:

Se evaluaron las irregularidades en planta y en altura según lo estipula la NTP

E.030 de las cuales no se contó con irregularidades, quedando un cortante basal de la siguiente manera:

$$Vbx = \underline{ZUCS} = \underline{0.25 * 1.0 * 2.50 * 1.20} = \underline{0.10714286}$$

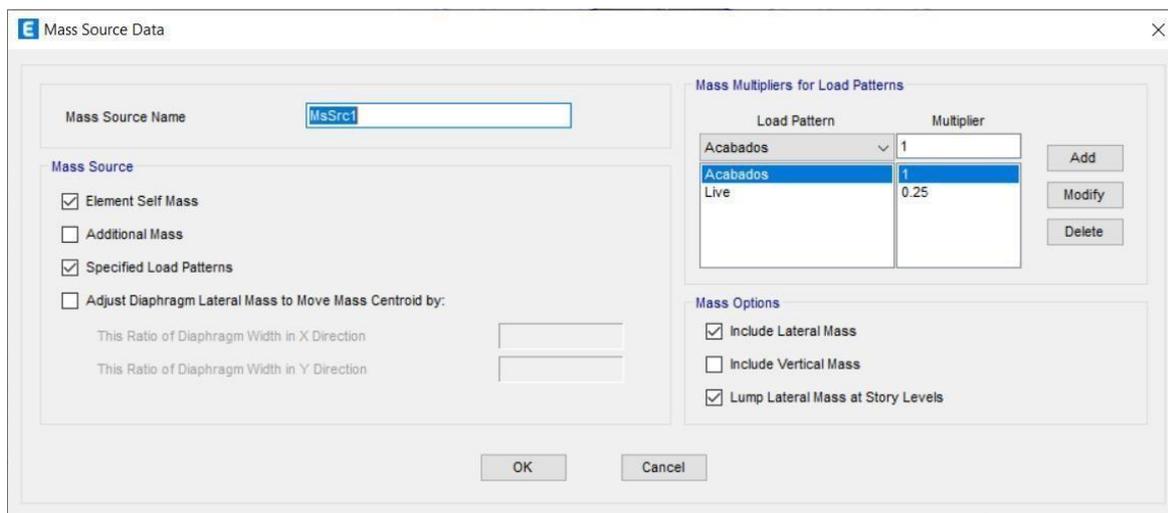
$$R \quad 7.0 * 1.0 * 1.0$$

$$Vby = \underline{ZUCS} = \underline{0.25 * 1.0 * 2.50 * 1.20} = \underline{0.10714286}$$

$$R \quad 7.0 * 1.0 * 1.0$$

### Análisis dinámico modal espectral.

Para el análisis dinámico modal espectral, utilizamos el ETABS V21.1.0 que nos permitió determinar los modos de vibración, considerando la rigidez y la distribución de masas en cada dirección. Se verificó que la suma de masas efectivas alcanzara al menos el 90% de la masa total. Además, se definió el espectro de aceleración espectral de acuerdo con los parámetros sísmicos y otras consideraciones indicadas por la norma



**Figura N°13:** Estimación de peso para una edificación categoría C, corresponde  $100\%CM+25\%CV$

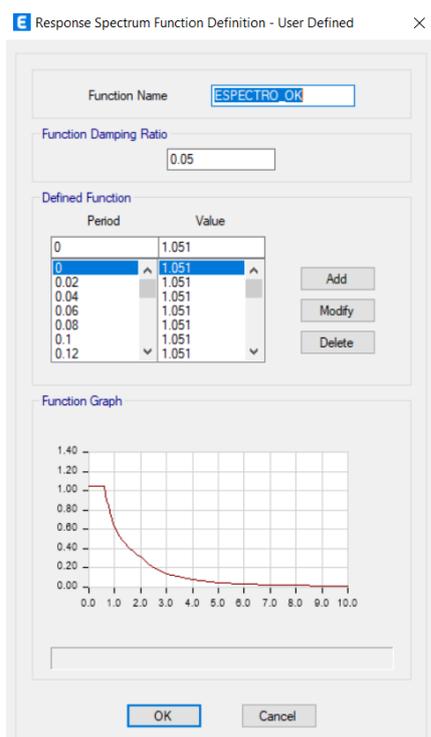
**Fuente:** Programa Etabs  
**Verificación de cortante mínima:**

Después de definir el R-Final para calcular los coeficientes, se verificó el cortante mínimo en cada dirección de análisis. Para estructuras regulares, la fuerza cortante en el primer entrepiso no debe ser inferior al 80%, según lo especifica la norma NTP E.030.

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

**Verificación de desplazamientos permisibles:**

Para determinar los desplazamientos laterales de la edificación, se consideró la regularidad de la estructura. Según la norma, los resultados del análisis lineal elástico con solicitaciones sísmicas reducidas.

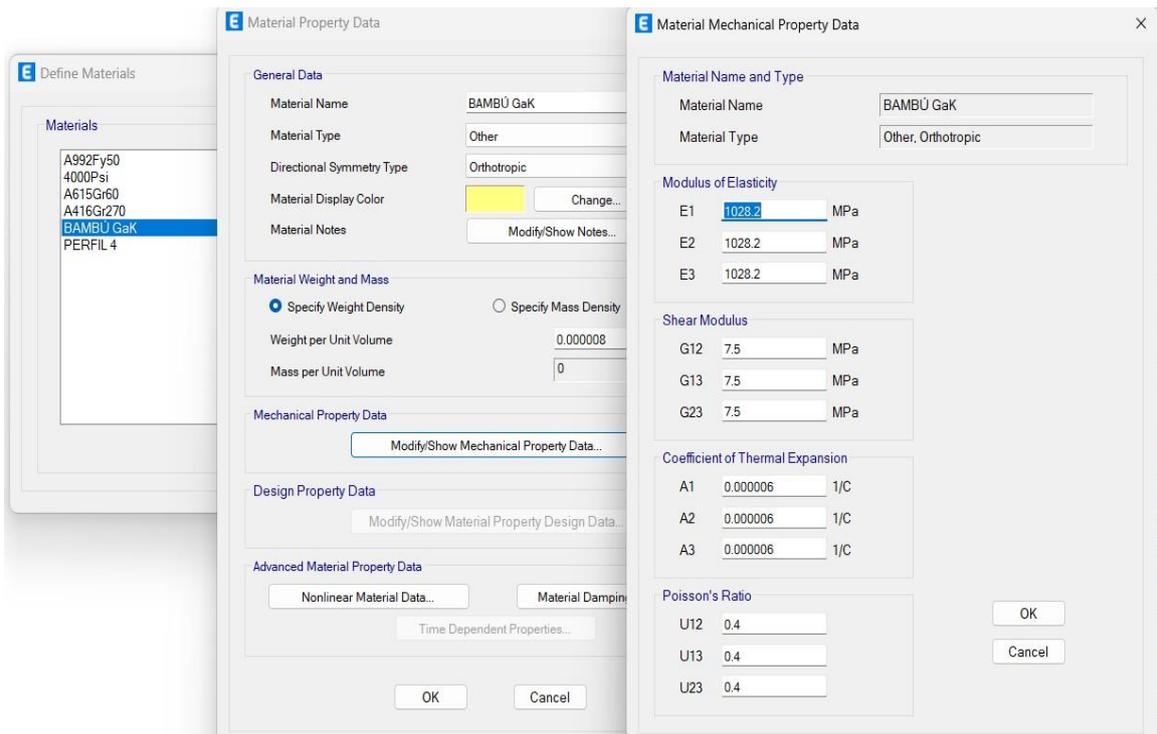


**Figura N°14:** Espectro pseudo aceleración.

**Material: Bambú Guadua Angustifolia**

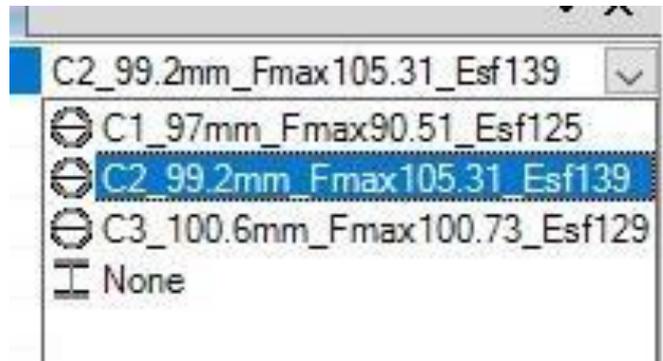
A través de datos de ensayos del bambú se utilizó las mismas propiedades, se procedió a crear el material en el programa. Por medio de la herramienta:

Define Materials, se creó un material nuevo con nombre Bambú GaK, introducción las propiedades como el peso específico, módulo de elasticidad, módulo de corte y coeficientes térmico de expansión como se puede observar en la siguiente figura.



**Figura N°15:** Modelamiento, creación del material

**Fuente:** Programa Etabs

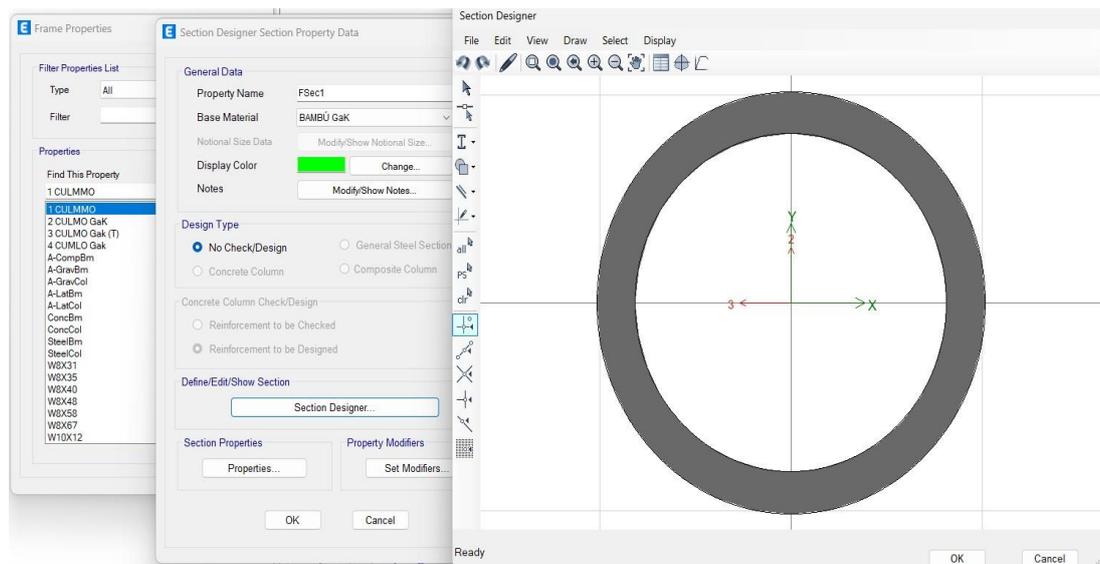


**Figura 16:** Modelamiento, fuerzas máximas

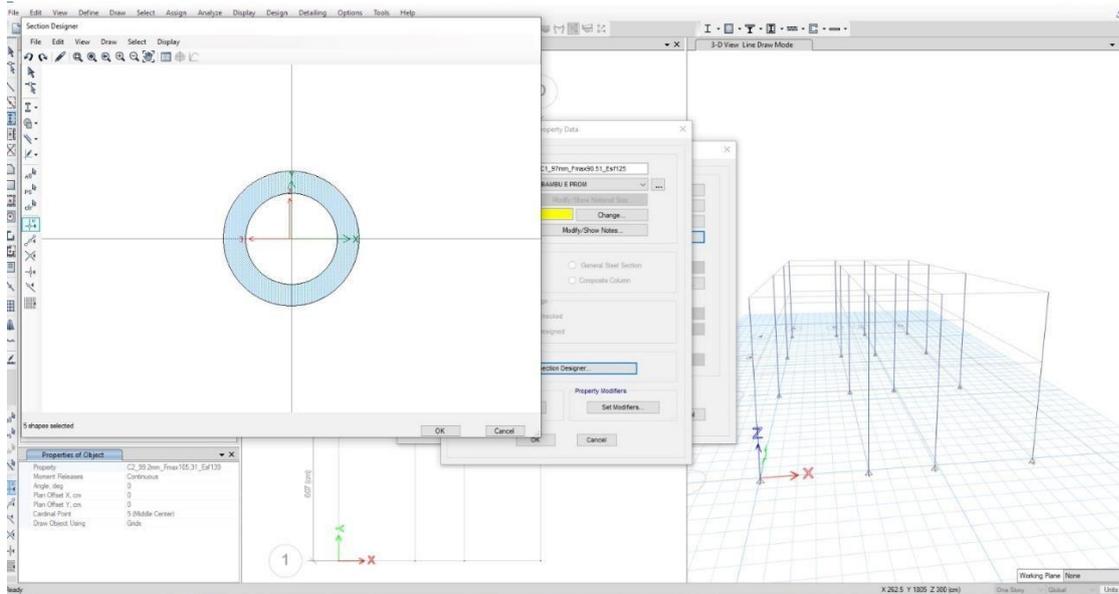
**Fuente:** Programa Etabs

## Secciones: Dimensionamiento de Bambú

Se creó los elementos estructurales la cual servirá como columna, vigas y arriostre. Se uso la herramienta: Frame Properties, se creó nuevas secciones necesarias para el diseño de la estructura, para las dimensiones se usó los datos de ensayos del bambú como su diámetro y espesor en la cual como se puede observar en la siguiente figura.

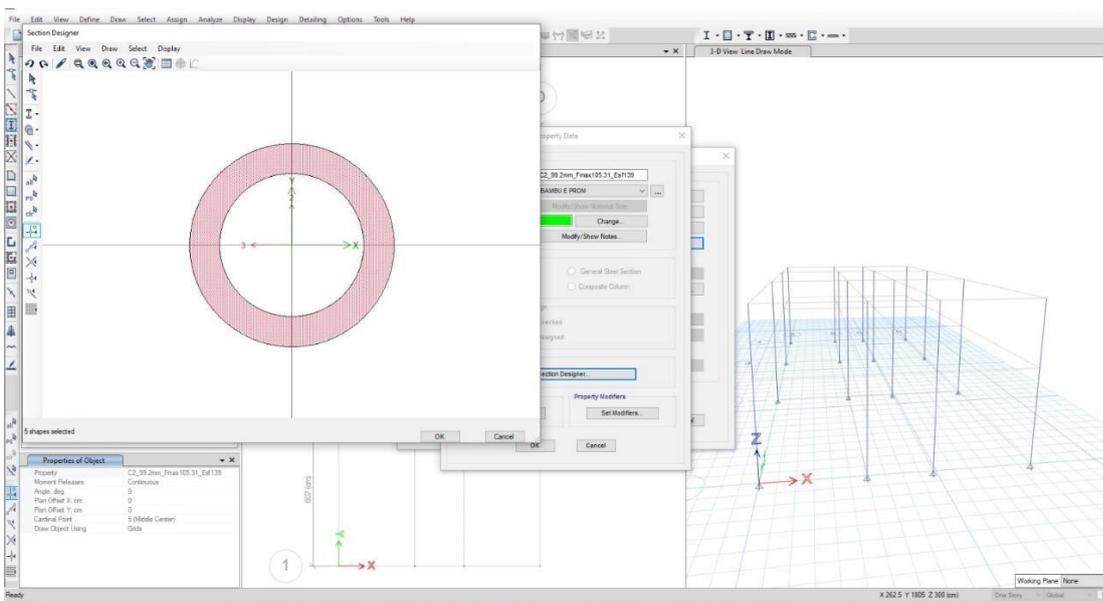


**Figura 17:** Modelamiento, creación de las secciones base  
**Fuente:** Programa Etabs



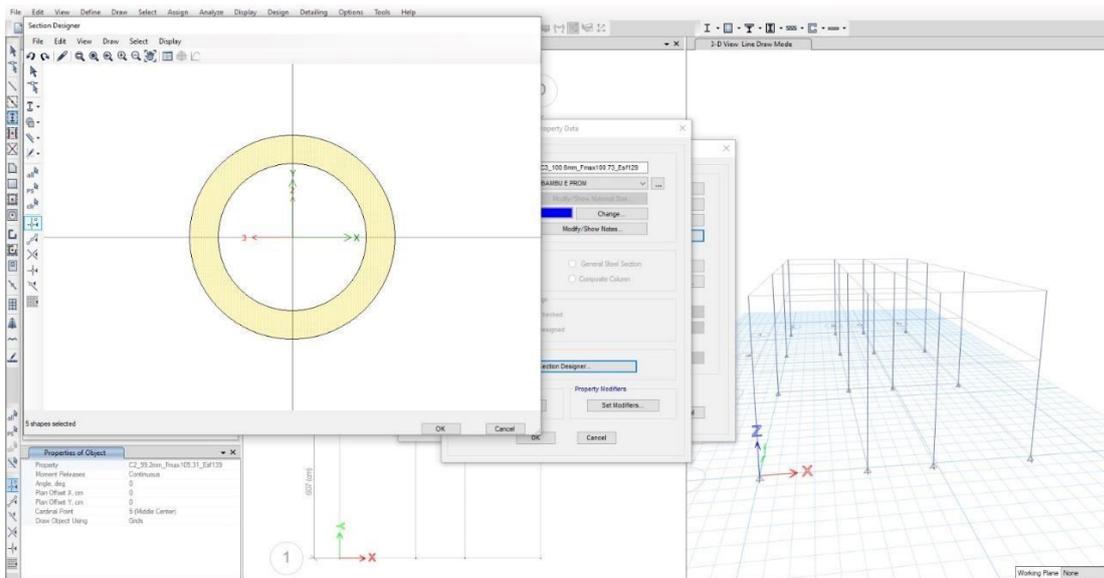
**Figura N°18:** Modelamiento, creación de las secciones base Diámetro 99.2mm/fmax90.51

**Fuente:** Programa Etabs



**Figura N°19:** Modelamiento, creación de las secciones base Diámetro 99.2mm / fmax 105.31

**Fuente:** Programa Etabs



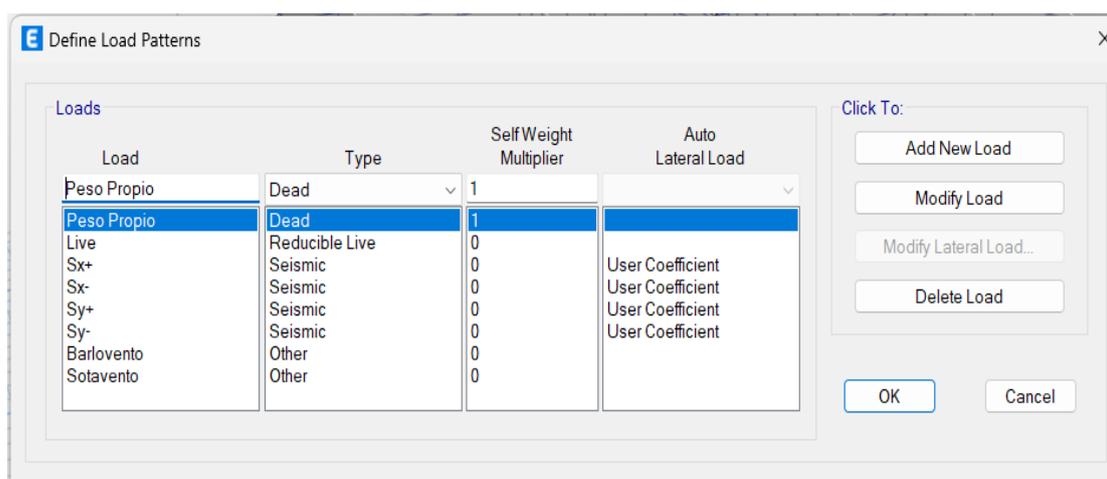
**figura N°20:** Modelamiento, creación de las secciones base Diámetro 99.2mm/ fmax 100.73

**Fuente:** Programa Etabs

### Definición de cargas

Se asigno las cargas, como el peso propio (D), Carga viva (L), Carga muerta (DEAD), Carga sísmica (Ex y Ey), además la Carga de Viento para barlovento y sotavento.

Se uso la herramienta Define Load Patterns, la cual se agregó dichas cargas mencionada.



**Figura N°21:** Modelamiento, definición de cargas

**Fuente:** Programa Etabs

## Coeficientes de modificación para esfuerzos admisibles

Coeficiente	Vigas	Columnas
C <sub>D</sub>	6.95	6.95
C <sub>L</sub>	6.23	6.95
C <sub>r</sub>	6.84	6.23

## Esfuerzos admisibles modificados

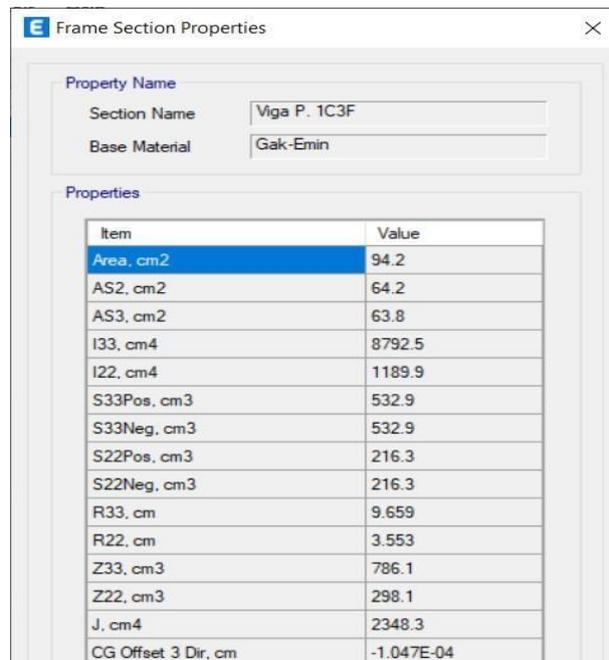
Esfuerzos Admisibles modificados		
Elemento	Flexión	Compresión paralela
Viga	6.95	129kg/cm <sup>2</sup>
	6.84	
Columna	6.95	139 kg/cm <sup>2</sup>
	6.23	

Para el cálculo de la carga muerta y peso propio se considera:

- Vigas exteriores perimetrales de bambú guadua angustifolia (Øexterior:99.2mm) preservada con configuración 1C3F
- Viga cumbreira central de bambú guadua angustifolia (Øexterior:97mm) preservada con configuración 2C3F
- 34 viguetas de bambú guadua angustifolia dispuestas bajo la cobertura (Øexterior:100.6mm) preservada con configuración 1C1F

## Viga perimetral (1C3F)

En base a la definición del elemento en el software ETABS V21.1.0, se obtienen los parámetros físicos de la viga perimetral.



Item	Value
Area, cm2	94.2
AS2, cm2	64.2
AS3, cm2	63.8
I33, cm4	8792.5
I22, cm4	1189.9
S33Pos, cm3	532.9
S33Neg, cm3	532.9
S22Pos, cm3	216.3
S22Neg, cm3	216.3
R33, cm	9.659
R22, cm	3.553
Z33, cm3	786.1
Z22, cm3	298.1
J, cm4	2348.3
CG Offset 3 Dir, cm	-1.047E-04

**Figura N°22:** Parámetros físicos de la viga perimetral

**Fuente:** Programa Etabs

Luego del ingreso de cargas al software ETABS V21.1.0

se obtiene para la viga perimetral la siguiente fuerza cortante (V) y momento (M):

$$V = 285.41 \text{ Kg}$$

$$M = 163.02 \text{ Kg-m}$$



**Figura N°23:** Fuerza cortante y momento en viga perimetral

**Fuente:** Programa Etabs

## Comprobación por flexión

$$f_m = \frac{M}{S} < f'_m$$

Siendo:

$f_m$  = Esfuerzo a flexión actuante

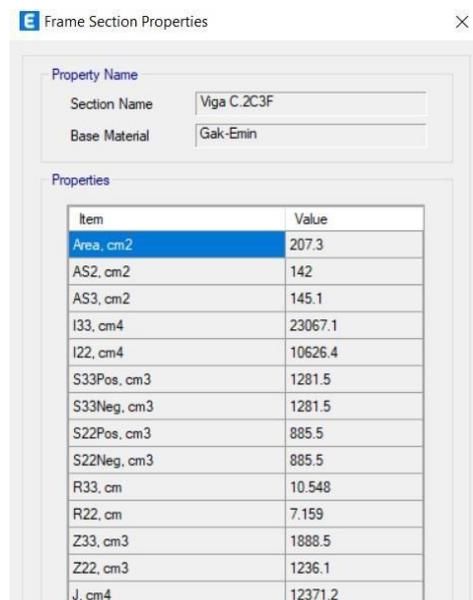
$M$  = Momento actuante sobre el elemento

$f'_m$  = Esfuerzo admisible modificado  $S$  = módulo de sección del

elemento Luego se obtiene  $f_m = \frac{163.02 \text{ Kg-m}}{532.9 \text{ cm}^3} = 30.59 \text{ Kg/cm}^2$

## Viga cubrera (2C3F)

En base a la definición del elemento en el software ETABS V21.1.0, se obtienen los parámetros físicos de la viga cubrera.



Item	Value
Area, cm2	207.3
AS2, cm2	142
AS3, cm2	145.1
I33, cm4	23067.1
I22, cm4	10626.4
S33Pos, cm3	1281.5
S33Neg, cm3	1281.5
S22Pos, cm3	885.5
S22Neg, cm3	885.5
R33, cm	10.548
R22, cm	7.159
Z33, cm3	1888.5
Z22, cm3	1236.1
J, cm4	12371.2

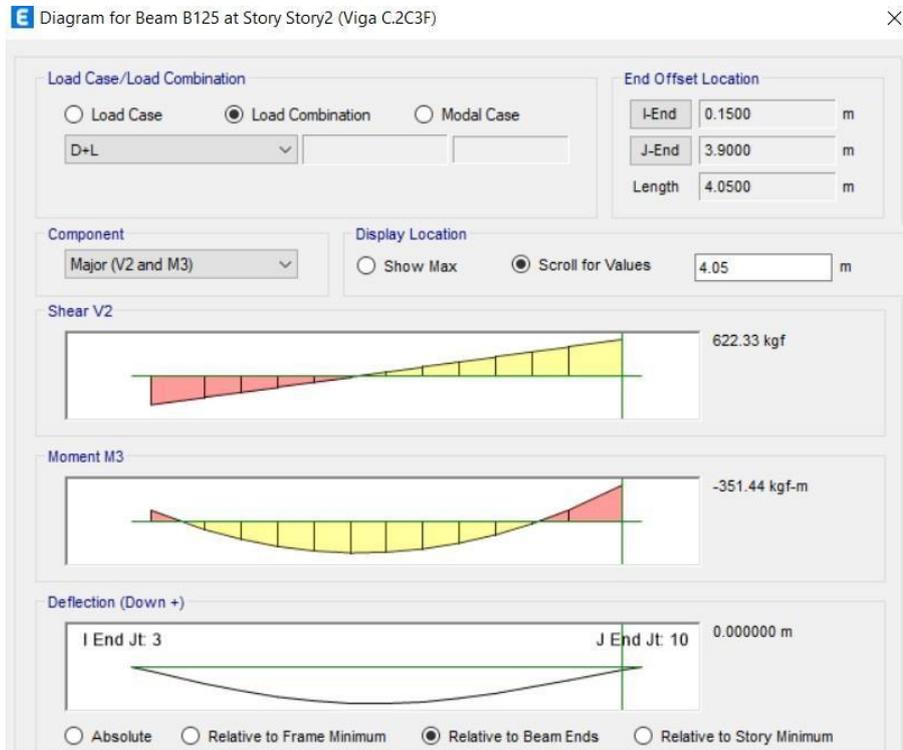
**Figura N°24:** Parámetros físicos de la viga cubrera

**Fuente:** Programa Etabs

Luego del ingreso de cargas al software ETABS V21.1.0 se obtiene para la viga cumbreira la siguiente fuerza cortante (V) y momento (M):

$$V = 622.33 \text{ Kg}$$

$$M = 351.44 \text{ Kg-m}$$



**Figura N°25:** Fuerza cortante y momento en viga cumbreira

**Fuente:** Programa Etabs

### Comprobación por flexión

$$f_m = \frac{M}{S} < f'_m$$

S

Luego se obtiene  $f_m = \frac{351.44 \text{ Kg-m}}{1281.5 \text{ cm}^3} = 27.42 \text{ Kg/cm}^2$

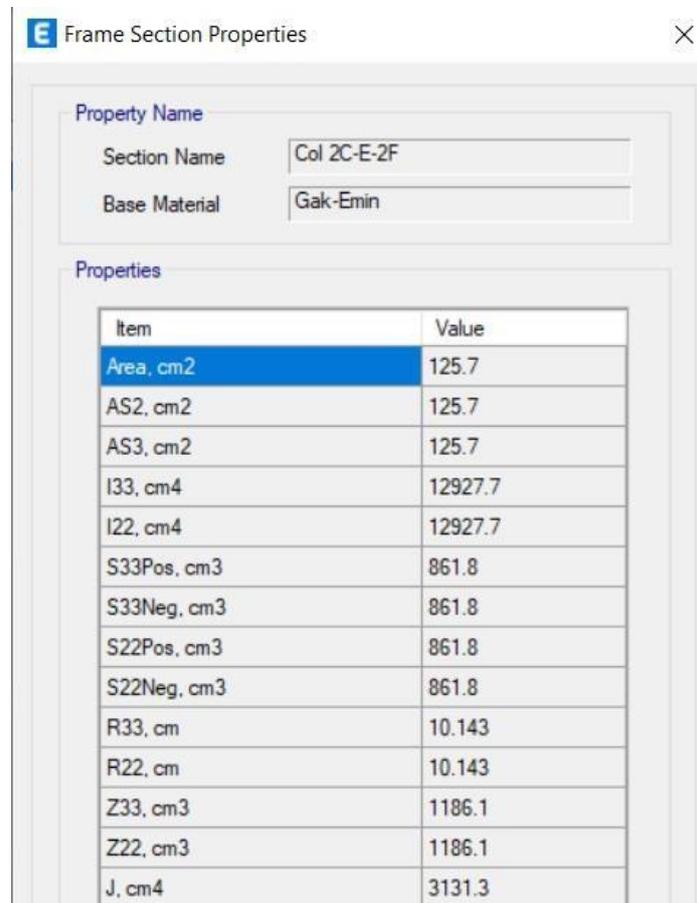
$$1281.5 \text{ cm}^3$$

$f'_m$  es igual a  $47.03 \text{ Kg/cm}^2$

Se comprueba que  $f_m < f'_m$

## Columna (2C2F)

En base a la definición del elemento en el software ETABS V21.1.0, se obtienen los parámetros físicos de la columna



Item	Value
Area, cm2	125.7
AS2, cm2	125.7
AS3, cm2	125.7
I33, cm4	12927.7
I22, cm4	12927.7
S33Pos, cm3	861.8
S33Neg, cm3	861.8
S22Pos, cm3	861.8
S22Neg, cm3	861.8
R33, cm	10.143
R22, cm	10.143
Z33, cm3	1186.1
Z22, cm3	1186.1
J, cm4	3131.3

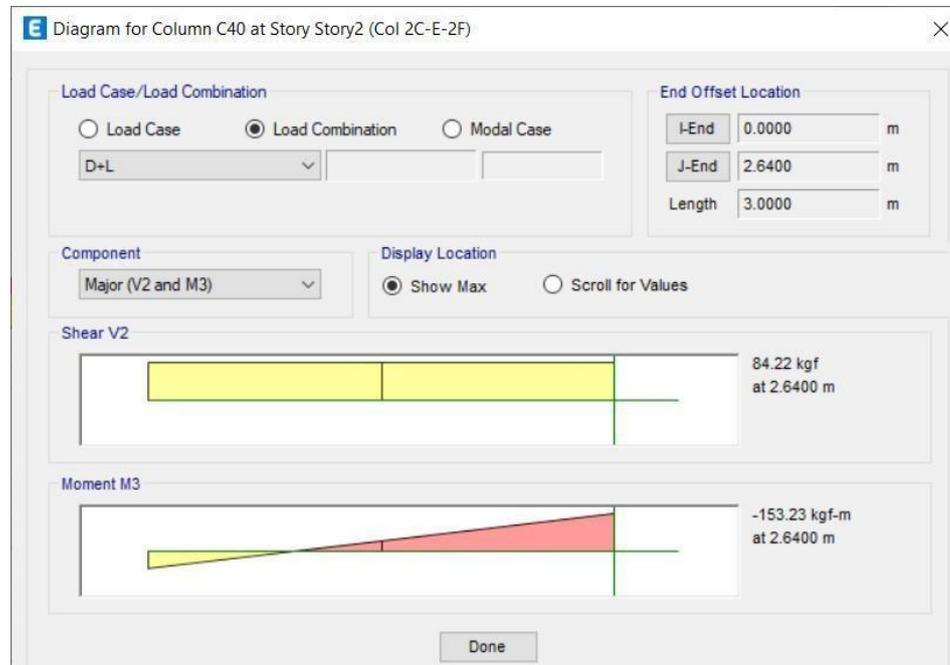
**Figura N°26:** Parámetros físicos de la columna

**Fuente:** Programa Etabs

Luego del ingreso de cargas al software ETABS V21.1.0 se obtiene para la columna la siguiente fuerza cortante (V) y momento (M):

$$V = 84.22 \text{ Kg}$$

$$M = 153.23 \text{ Kg-m}$$



**Figura N°27:** Fuerza cortante y momento en columna

**Fuente:** Programa Etabs

### Diseño por compresión axial

$$l_e = l_u k$$

Siendo

$l_e$  = Longitud efectiva

$l_u$  = Longitud no soportada lateralmente por el elemento

$k$  = Coeficiente de longitud efectiva

$$l_e = 2500 \times 2 = 5000 \text{ mm} = 500\text{cm}$$

## Comprobación por flexo y carga axial

Se realiza la comprobación del diseño por flexión con tensión axial, debiendo cumplirse la fórmula

$$\frac{ft}{F't} + \frac{fb}{F'b} \leq 1,0$$

Donde:

ft = esfuerzo a tensión actuante.

F't = esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes a que haya lugar.

fb = esfuerzo a flexión actuante.

Fb' = esfuerzo a flexión admisible modificado. Se procede a calcular ft y fb:

$$ft = \frac{1592.74 \text{ kgf}}{125.7 \text{ cm}^2} = 12.67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$fb = \frac{15323 \text{ kgf}}{861.8 \text{ cm}^2} = 17.78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Luego se realiza la comprobación:

$$\frac{12.67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{144 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{17.78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.48 \leq 1,0$$

Se comprueba que la sección escogida 2C2F cumple por flexión con tensión axial.

## Comprobación por flexo – compresión

Se realiza la comprobación del diseño por flexión con compresión

$$\frac{fc}{Nadm} + \frac{Km \times M}{Z \times fm} \leq 1,0$$

Donde:

N =Carga axial aplicada.

Nadm= Carga axial admisible, calculada según las fórmulas de las columnas.

Km = Factor de magnificación de momentos.

M = Valor absoluto del momento flector máximo en los elementos.

Z = Módulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.

f<sub>m</sub> = Esfuerzo admisible en flexión.

N<sub>cr</sub> = Carga crítica de Euler para pandeo en la sección en que se aplican los momentos de flexión.

Se calcula Km

$$Km = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{N}{Ncr}\right)}$$

Así mismo se realiza el cálculo de N<sub>cr</sub>

$$Ncr = \frac{\pi \times Emin \times I}{le^2}$$

$$Nadm = fc \times A \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{l}{Ck}\right)^4\right)$$

Luego:

$$N_{adm} = 130 \frac{kg}{cm^2} \times 125.7 \text{ cm}^2 \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{49.03}{64.07}\right)^4\right) = 14472.96 \text{ kgf}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi \times 73000 \frac{kg}{cm^2} \times 12927.7 \text{ cm}^4}{(500 \text{ cm})^2} = 37256.66 \text{ kgf}$$

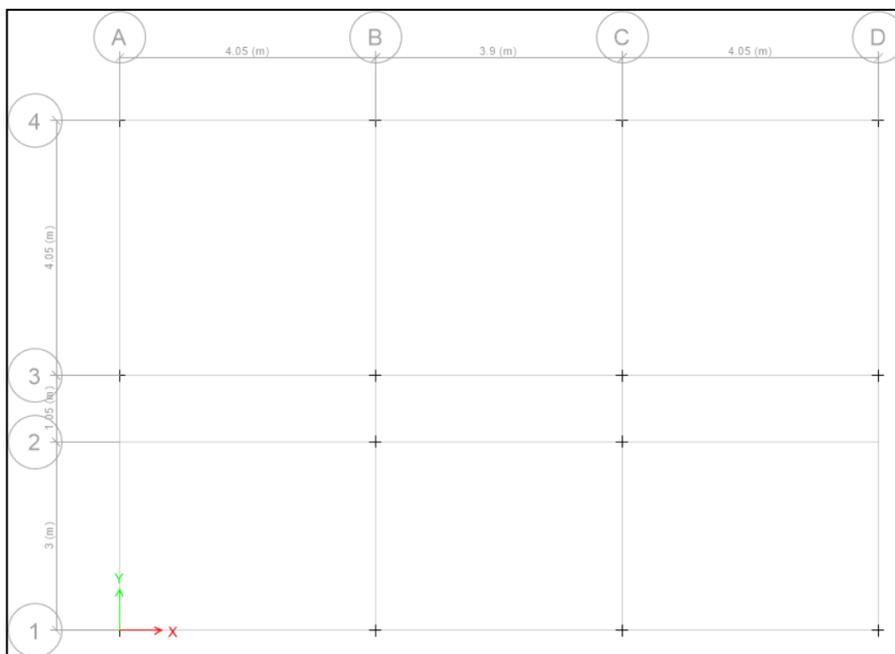
$$Km = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{1592.74 \text{ kg}}{37256.66 \text{ kg}}\right)} = 1.07$$

Finalmente

$$\frac{1592.74 \text{ kg}}{14472.96 \text{ kg}} + \frac{1.07 \times 15323 \text{ kg} - cm}{1186.1 \text{ cm}^3 \times \left(50 \frac{kg}{cm^2}\right)} = 0.40 \leq 1,0$$

Evaluación del comportamiento de la unifamiliar con ETABS V21.1.0

Se procede a la creación de ejes considerando la distribución arquitectónica



**Figura N°28:** Creación de Ejes

**Fuente:** Programa Etabs

Se definen las propiedades del bambú guadua angustifolia, considerando los parámetros mínimos indicados en la Norma Técnica E.100 Bambú

### Definición de propiedades del bambú guadua angustifolia

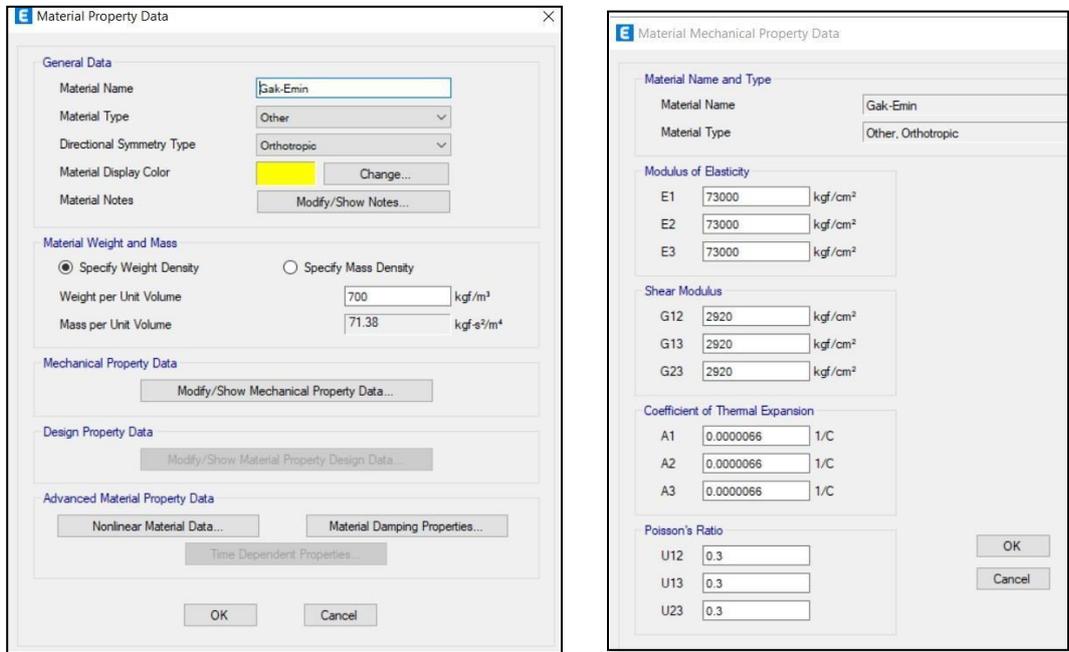


Figura N°29: propiedades del bambú guadua angustifolia

Fuente: Programa Etabs

Se procede al diseño de vigas, viguetas y a la asignación del material

**Property Name**

Section Name: Viga P. 1C3F  
Base Material: Gak-Emin

**Properties**

Item	Value
Area, cm2	94.2
AS2, cm2	64.2
AS3, cm2	63.8
I33, cm4	8792.5
I22, cm4	1189.9
S33Pos, cm3	532.9
S33Neg, cm3	532.9
S22Pos, cm3	216.3
S22Neg, cm3	216.3
R33, cm	9.659
R22, cm	3.553

**Property Name**

Section Name: Viga C. 2C3F  
Base Material: Gak-Emin

**Properties**

Item	Value
Area, cm2	207.3
AS2, cm2	142
AS3, cm2	145.1
I33, cm4	23067.1
I22, cm4	10626.4
S33Pos, cm3	1281.5
S33Neg, cm3	1281.5
S22Pos, cm3	885.5
S22Neg, cm3	885.5
R33, cm	10.548
R22, cm	7.159

**Property Name**

Section Name: Vigueta 1C1F  
Base Material: Gak-Emin

**Properties**

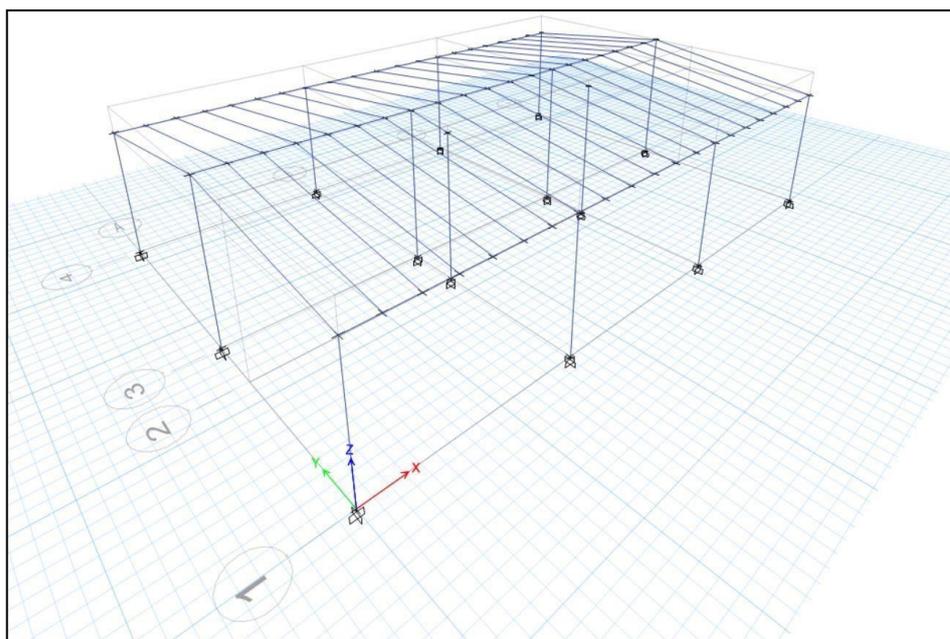
Item	Value
Area, cm2	31.4
AS2, cm2	21.3
AS3, cm2	21.3
I33, cm4	396.6
I22, cm4	396.6
S33Pos, cm3	72.1
S33Neg, cm3	72.1
S22Pos, cm3	72.1
S22Neg, cm3	72.1
R33, cm	3.553
R22, cm	3.553

**Figura N°30:** viga perimetral 1C3F, B: viga cumbrera 2C3F, C: viguetas 1C1F  
**Fuente:** Programa Etabs



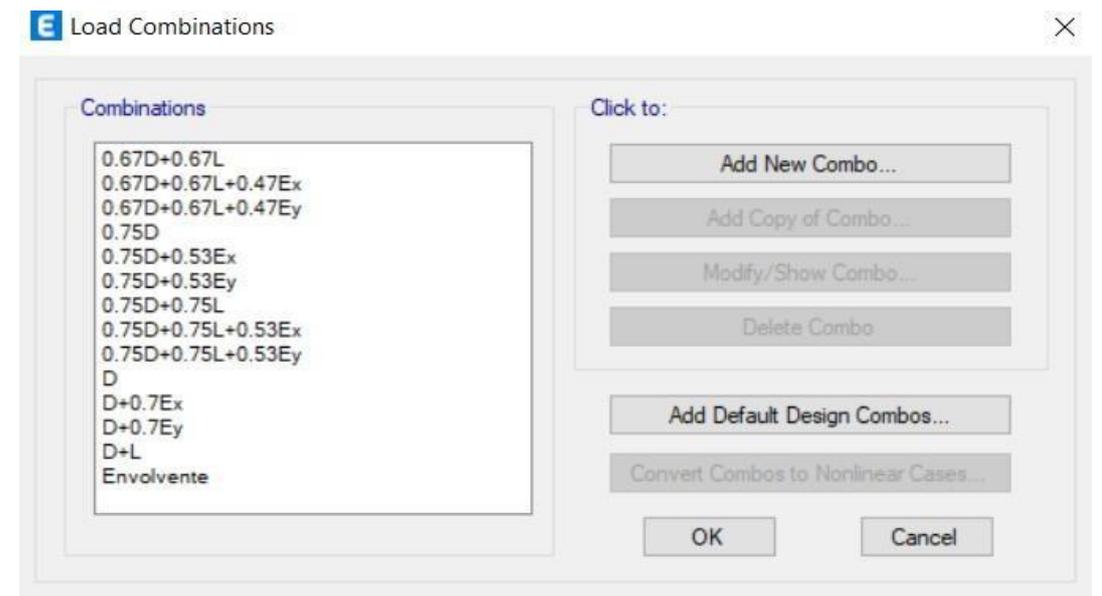
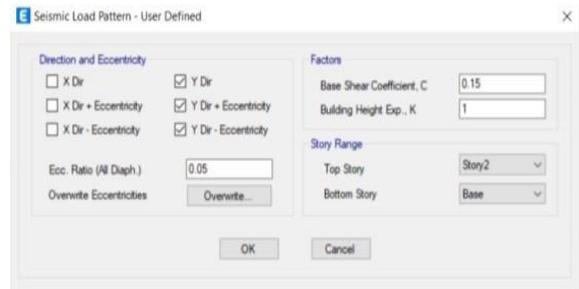
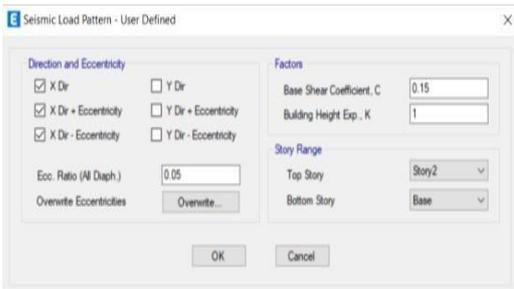
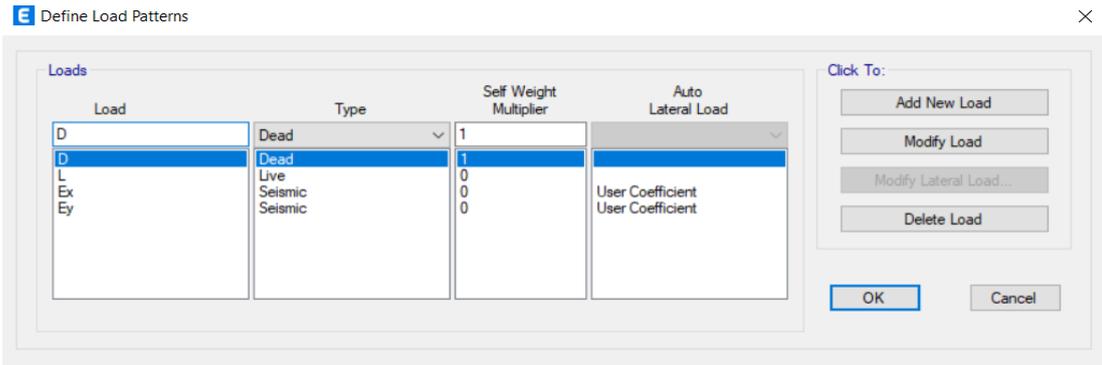
**Figura N°31:** diseño de columnas 2C2F

**Fuente:** Programa Etabs

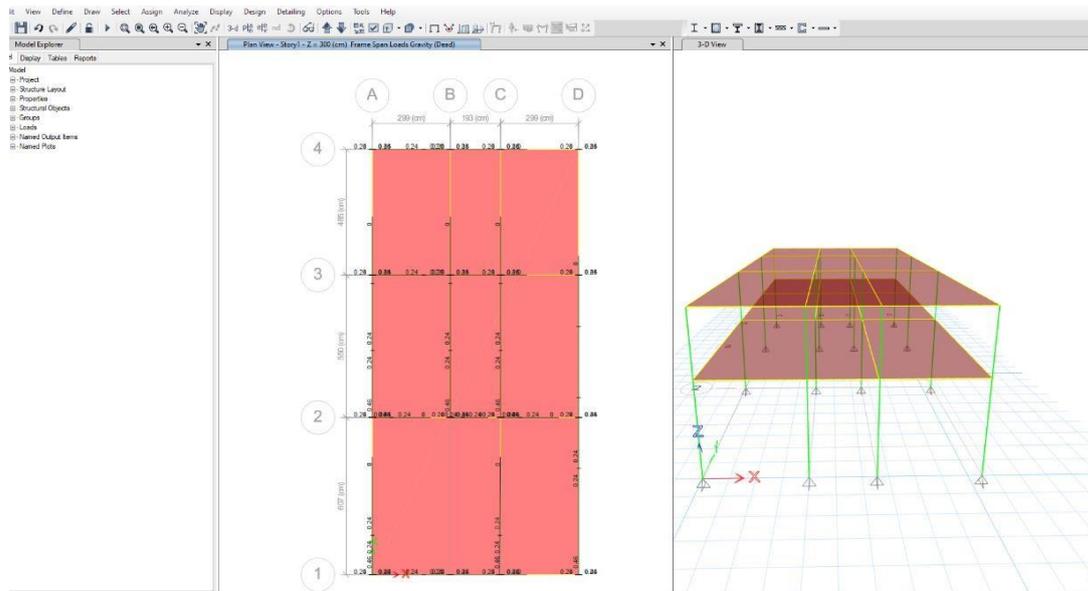


Se considera la distribución y asignación de los elementos estructurales

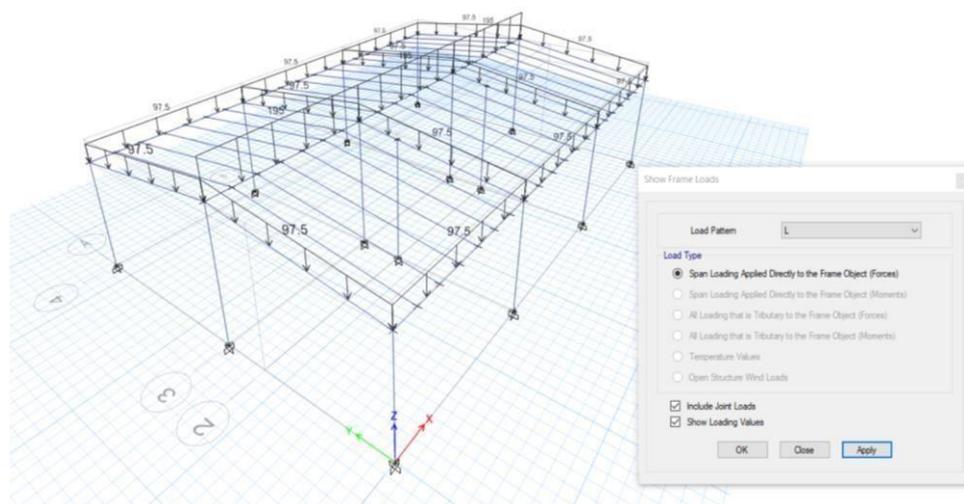
**Fuente:** Programa Etabs



**Figura N°32:** combinaciones de peso vivo y muerto creación de cargas y Fuente: Programa Etabs



**Figura N°33:** asignación de cargas correspondientes al peso propio de la cubierta.  
**Fuente:** Programa Etabs



**Fuente:** Programa Etabs

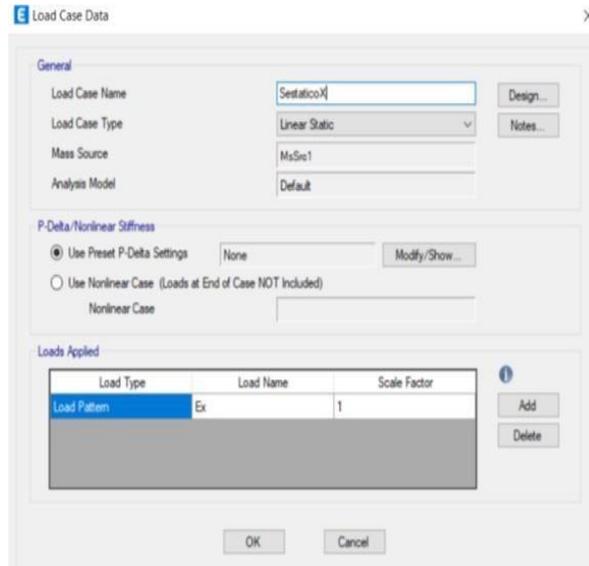
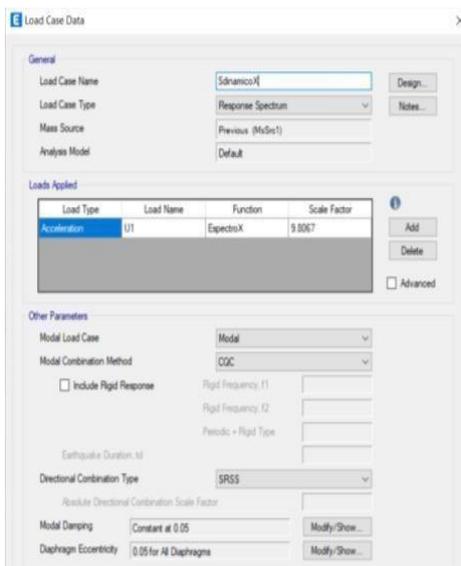
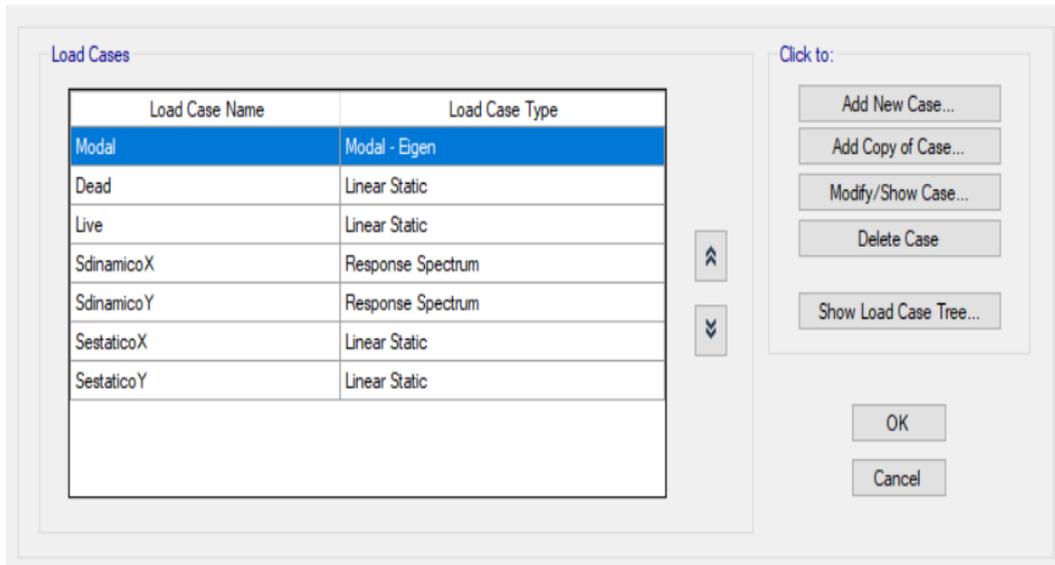
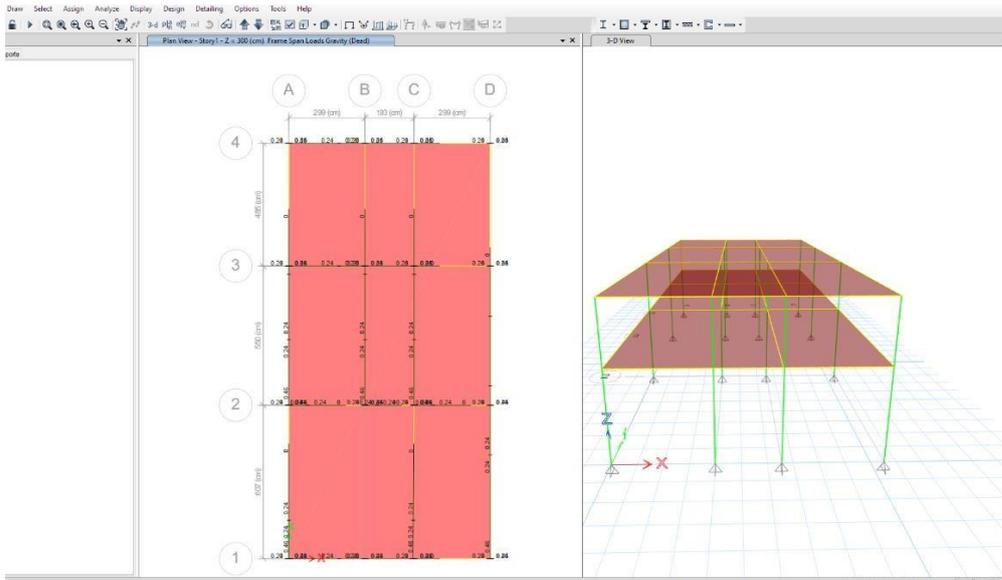


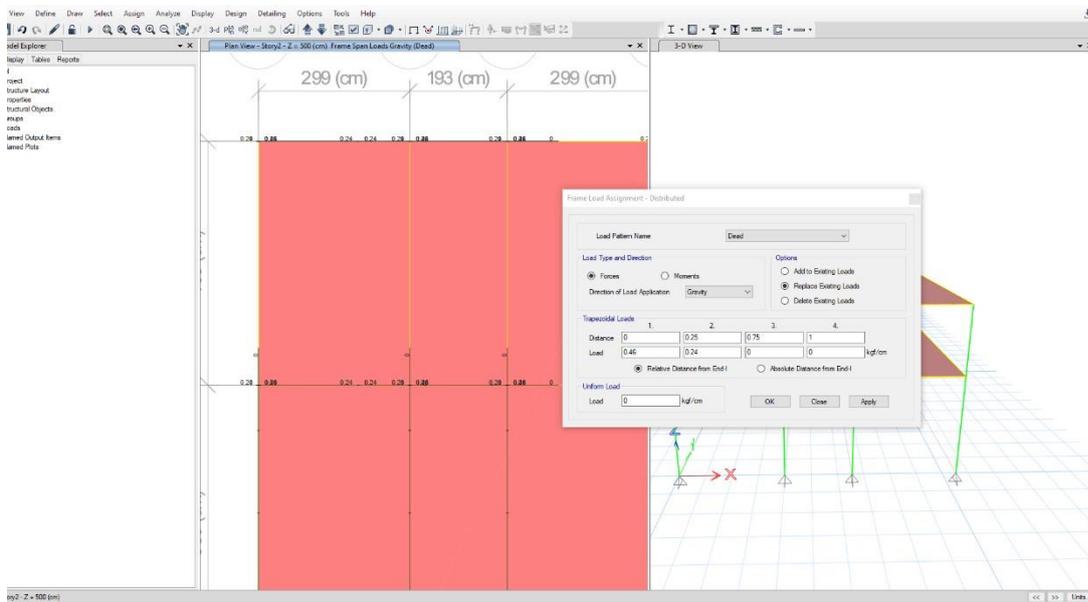
Figura N°34: creación de condiciones de sismo estático y dinámico en el eje x

Fuente: Programa Etabs

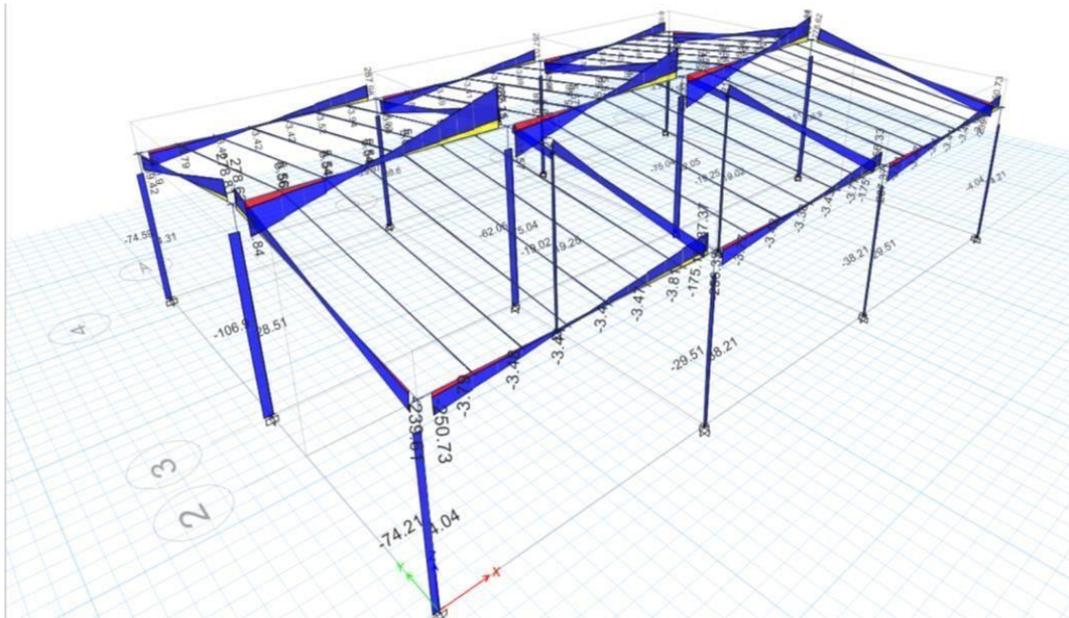


**Figura N°35:** diagrama de esfuerzos cortantes obtenido con la envolvente de combinaciones de cargas en el ETABS V21.1.0

**Fuente:** Programa Etabs

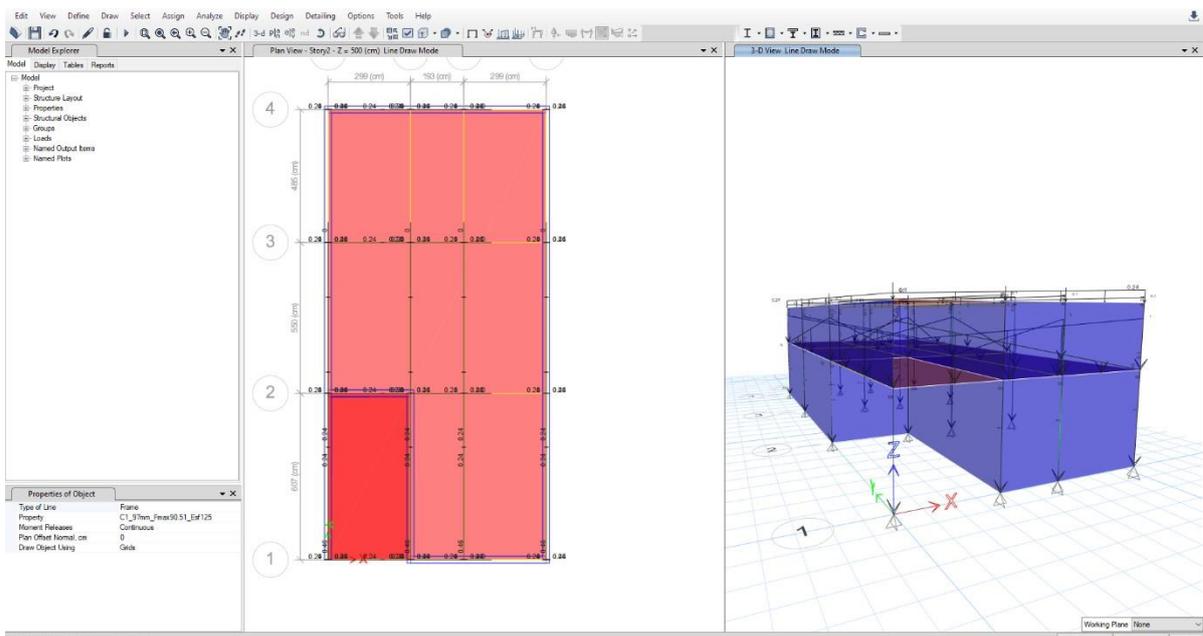


**Fuente:** Programa Etabs



**Figura N°36:** envoltura de combinaciones de cargas en el ETAB S V21.1.0

**Fuente:** Programa Etabs



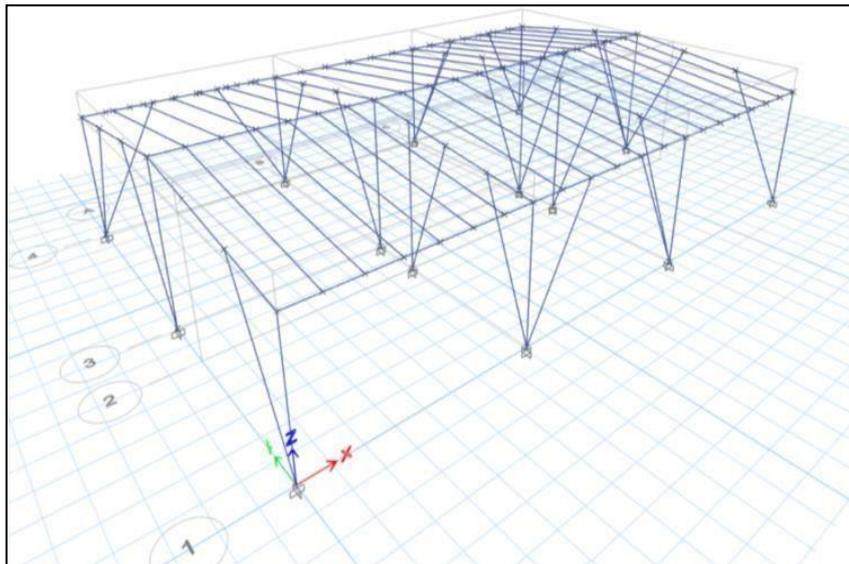
**Figura N°37:** Diagrama de momentos obtenido con la envoltura de combinaciones de cargas en el ETABS V21.1.0

**Fuente:** Programa Etabs

**Tabla 14.** Derivas obtenidas del modelamiento

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Drift	X	Y	Z	R	Deriva inelástica	Deriva inelástica	Limite para distorsión del entrepiso
			mm	mm	mm			%	
Story2	SdinamicoX	0.001205	7950	4050	3000	7	0.00632625	0.63%	0.01
Story2	SdinamicoY	0.000844	7950	4050	3000	7	0.004431	0.44%	0.01
Story2	SestaticoX	0.001229	4050	4050	3000	7	0.00645225	0.65%	0.01
Story2	SestaticoX	0.001229	4050	4050	3000	7	0.00645225	0.65%	0.01
Story2	SestaticoX	0.001229	4050	4050	3000	7	0.00645225	0.65%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000797	4050	4050	3000	7	0.00418425	0.42%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000797	4050	4050	3000	7	0.00418425	0.42%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000797	4050	4050	3000	7	0.00418425	0.42%	0.01
Story1	SdinamicoX	0.000555	7950	8100	2500	7	0.00291375	0.29%	0.01
Story1	SdinamicoY	0.001011	4050	8100	2500	7	0.00530775	0.53%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000688	4050	8100	2500	7	0.003612	0.36%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000688	4050	8100	2500	7	0.003612	0.36%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000688	4050	8100	2500	7	0.003612	0.36%	0.01
Story1	SestaticoY	0.000954	4050	8100	2500	7	0.0050085	0.50%	0.01
Story1	SestaticoY	0.000954	4050	8100	2500	7	0.0050085	0.50%	0.01
Story1	SestaticoY	0.000954	4050	8100	2500	7	0.0050085	0.50%	0.01

**Fuente:** Programa Etabs



**Figura N°38:** modelamiento considerando el arriostramiento con el programa ETABS

V21.1.0

**Fuente:** Programa Etabs

**Tabla 15.** Derivas obtenidas del modelamiento considerando el arriostamiento

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Drift	X	Y	Z	R	Deriva inelástica	Deriva inelástica	Limite para distorsión del entepiso
			mm	mm	mm			%	
Story2	SdinamicoX	0.000665	0	4050	3000	7	0.00349125	0.35%	0.01
Story2	SdinamicoY	0.000539	9300	4050	3000	7	0.00282975	0.28%	0.01
Story2	SestaticoX	0.000666	0	4050	3000	7	0.0034965	0.35%	0.01
Story2	SestaticoX	0.000666	0	4050	3000	7	0.0034965	0.35%	0.01
Story2	SestaticoX	0.000666	0	4050	3000	7	0.0034965	0.35%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000488	9300	4050	3000	7	0.002562	0.26%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000488	9300	4050	3000	7	0.002562	0.26%	0.01
Story2	SestaticoY	0.000488	9300	4050	3000	7	0.002562	0.26%	0.01
Story1	SdinamicoX	0.000239	0	0	2500	7	0.00125475	0.13%	0.01
Story1	SdinamicoY	0.000654	9300	8100	2500	7	0.0034335	0.34%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000381	0	0	2500	7	0.00200025	0.20%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000381	0	0	2500	7	0.00200025	0.20%	0.01
Story1	SestaticoX	0.000381	0	0	2500	7	0.00200025	0.20%	0.01
Story1	SestaticoY	0.00059	9300	8100	2500	7	0.0030975	0.31%	0.01
Story1	SestaticoY	0.00059	9300	8100	2500	7	0.0030975	0.31%	0.01
Story1	SestaticoY	0.00059	9300	8100	2500	7	0.0030975	0.31%	0.01

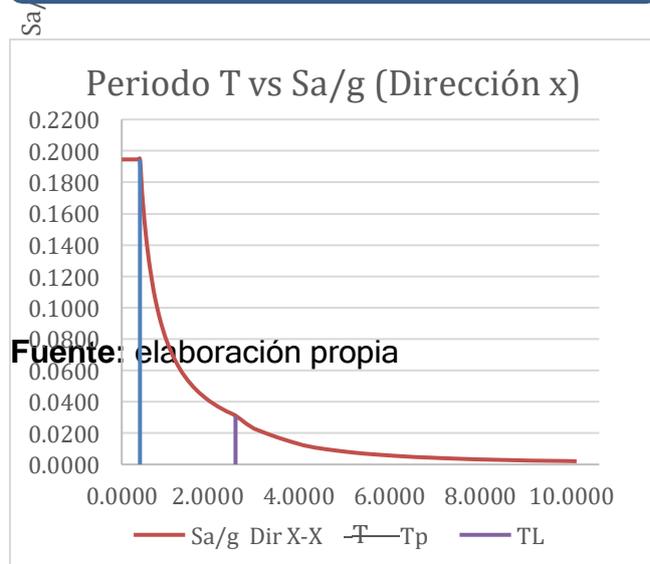
Fuente: Programa Etabs

**Cálculo de espectro de pseudo - aceleraciones en el etabs v21.1.0**

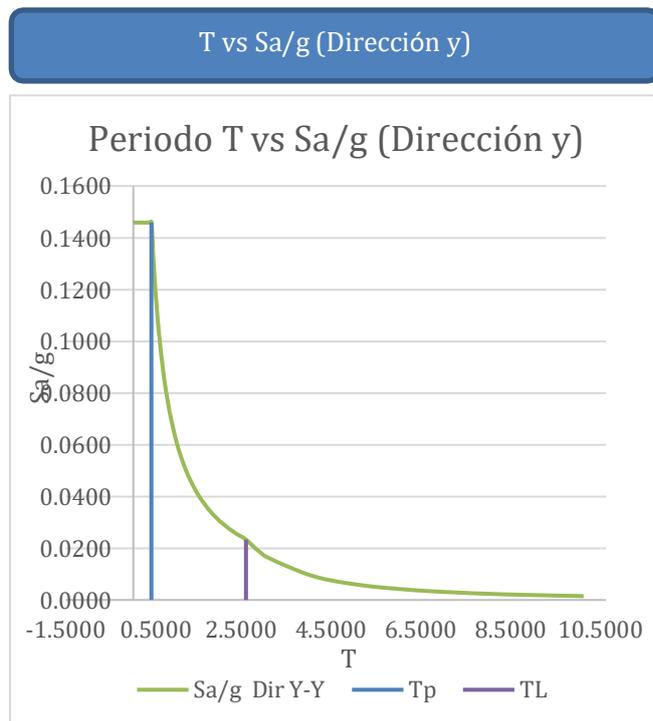
Se considera a partir de las derivas independientes de la estructura periodos de vibración y velocidad

**Gráfico N°2: Tvs Sa/g (Dirección x)**

T vs Sa/g (Dirección x)

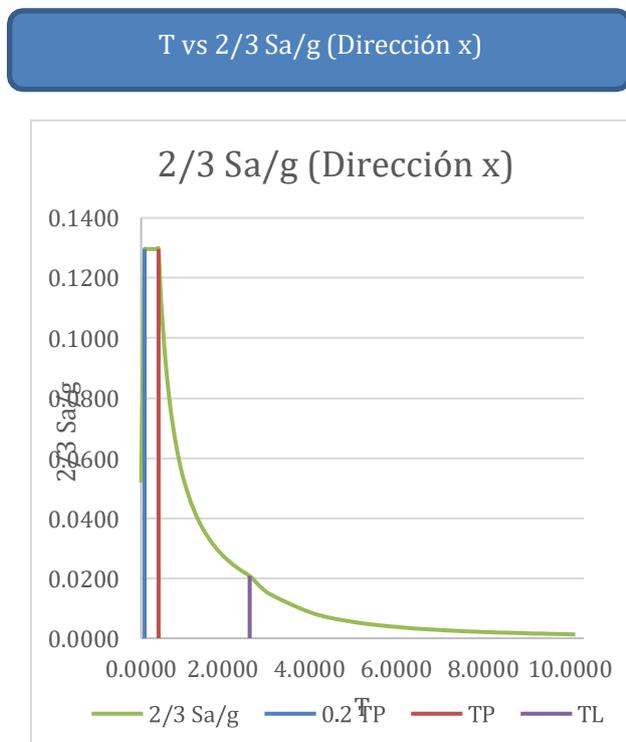


**Gráfico N°3: T vs Sa/g (Dirección y)**



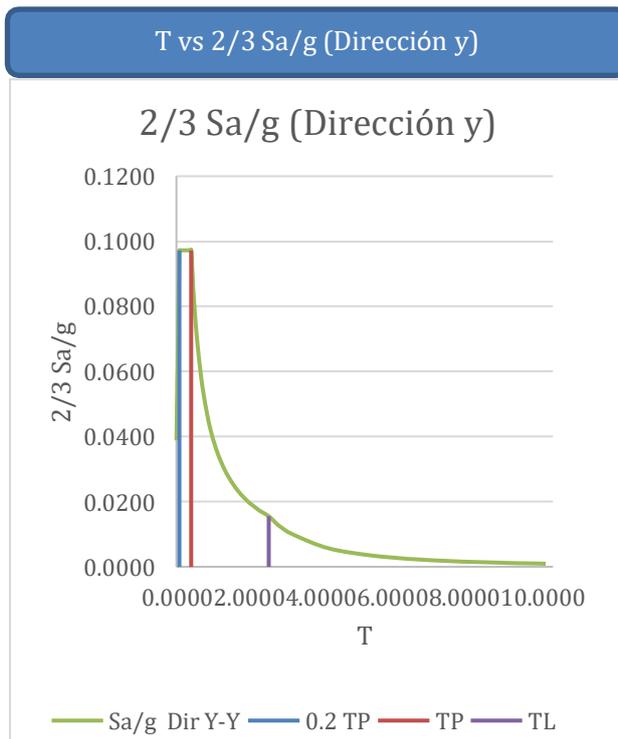
**Fuente:** elaboración propia

**Gráfico N°4: T vs 2/3 Sa/g (Dirección x)**

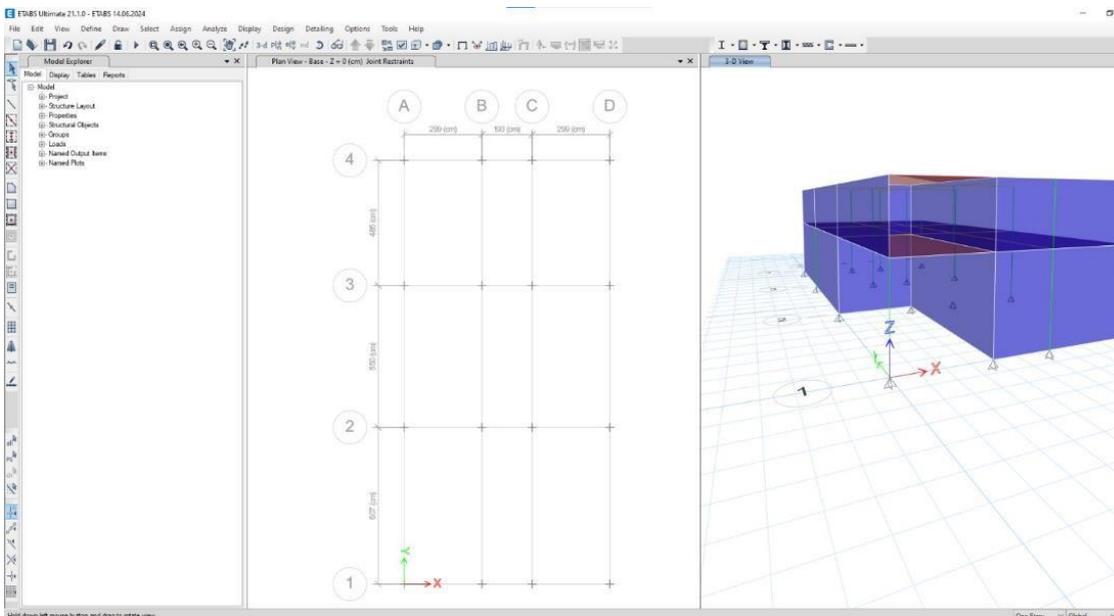


**Fuente:** elaboración propia

**Gráfico N°5:** T vs 2/3 Sa/g (Dirección y)



**Fuente:** elaboración propia

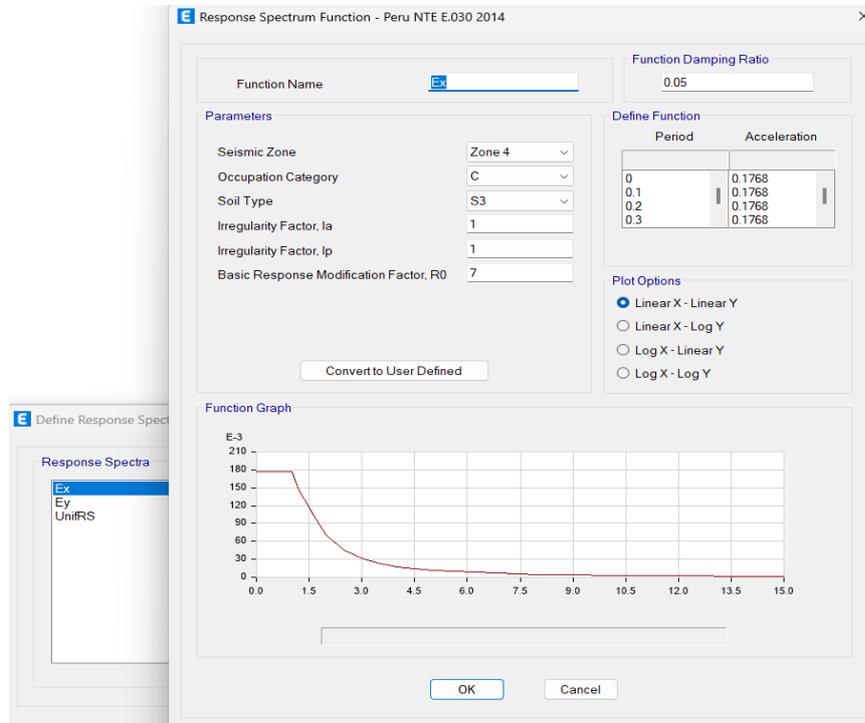


**Figura N°39:** modelamiento, combinación de cargas

**Fuente:** Programa Etabs

Para el análisis Estático se usó la norma E.030, teniendo los parámetros de diseño se obtuvo el Coeficiente sísmico a través del programa.

Se usó la herramienta Define Response Spectrum tanto para Ex y Ey

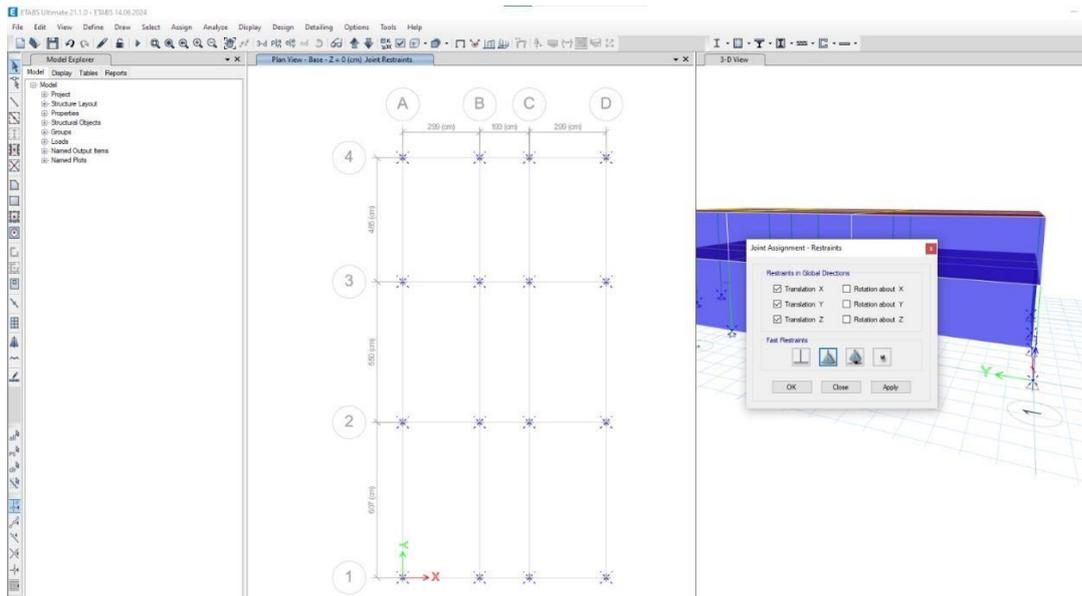


**Figura N°40:** modelamiento, Espectro de diseño

**Fuente:** Programa Etabs

### **Análisis de resultados**

Con las configuraciones propuesto en el programa ETABS V21.1.0 para el diseño de una vivienda unifamiliar hecho con bambú, se realizó el análisis del comportamiento estructural y con los datos obtenido se procedió a verificar la Deriva cumpliendo la Norma E.30 y E100 para la distorsión como máximo al 1%.



**Figura N°41:** modelamiento, Diseño estructural

**Fuente:** Programa Etabs

**Tabla 16:** frecuencia de Periodos

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.206	1	7.842E-07	0	1	7.842E-07	0	0	0.2879	3.147E-0
Modal	2	0.11	0	0.9864	0	1	0.9864	0	0.2808	5.245E-06	0.011
Modal	3	0.099	1.052E-05	0.0123	0	1	0.9988	0	1.397E-05	0.0002	0.988
Modal	4	0.035	0	0.001	0	1	0.9998	0	0.0954	2.604E-06	0.000
Modal	5	0.031	0	0.0001	0	1	0.9999	0	0.0198	0	5.361E-0
Modal	6	0.026	0	1.468E-05	0	1	0.9999	0	0.002	1.345E-06	2.432E-0
Modal	7	0.018	0	0	0	1	0.9999	0	0.0015	1.563E-06	7.108E-0
Modal	8	0.017	0	0	0	1	0.9999	0	7.537E-06	0.0013	1.584E-0
Modal	9	0.016	0	0	0	1	0.9999	0	0.0001	0.0029	3.543E-0
Modal	10	0.013	0	0	0	1	0.9999	0	0.0002	0	
Modal	11	0.013	0	0	0	1	0.9999	0	0.0004	1.794E-06	
Modal	12	0.012	0	0	0	1	0.9999	0	0.0004	0	

**Fuente:** Programa Etabs

## Modelamiento, Frecuencia de periodo

### Derivas

Se determino los desplazamientos, con verificación de la norma E.030, se da que si cumple el Límite establecido de no exceder al 1% de la altura.

Estructura Regular	0.75*R
Rx	7

N° Pisos	hei (m)	Δei (mm)			%		ØE0.30	ØE0.30	
			øelástica	øinelástica	øenelástica x-x	ØE0.30			
1	4.2	5.0313	0.00002	0.005565	0.556%	0.010	1.00%	<si cumple>	

Estructura Regular	0.75*R
Ry	7

N° Pisos	hei (m)	Δei (mm)			%		ØE0.30	ØE0.30	
			øelástica	øinelástica	øenelástica x-x	ØE0.30			
1	4.2	1.4552	0.00001	0.002066458	0.207%	0.010	1.00%	<si cumple>	

### Verificación de Desplazamiento

**Tabla 17:** demostración de que el bambú es un material sismo resistente según la norma técnica E.030.

NIVELES	DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO		DESPLAZAMIENTO DINÁMICO	
	X	Y	X	Y
1 nivel	0.0038 4	0.0038 8	0.00036 6	0.00036 9
2 nivel	0.0028 8	0.0029 3	0.00026 8	0.00027 3

Fuente: Programa Etabs

### Interpretación

Se observa los desplazamientos estáticos y dinámicos obtenidos en el ETABS V21.1.0, se tomaron los datos de ambos niveles con sus dos direcciones, luego se comparó con el reglamento E.030 resaltando que el límite de desplazamiento permisible es 0.01 y por lo tanto cumple con la norma E.030 comparando con la norma E100

**Tabla 18:** Diseño sismorresistente que nos arroja la variación de espectro sísmico en el ETABS V21.1.0

NIVELES	DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO						DESPLAZAMIENTO DINÁMICO					
	X			Y			X			Y		
1 nivel	0.0038 4	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.0038 8	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.00036 6	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.00036 9	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>
2 nivel	0.0028 8	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.0029 3	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.00026 8	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>	0.00027 3	<b>0.01</b>	<b>Ok</b>

Fuente: Programa Etabs

### Interpretación

El Diseño sismorresistente que nos arroja la variación de espectro sísmico en el ETABS V21.1.0, el cual indica un límite de desplazamiento permisible de 0.01. Se comprobó que el desplazamiento estático y dinámico cumple con los parámetros permisibles de desplazamiento estructural.

**Tabla 19:** desplazamientos permitidos

NIVELES	NORMA TÉCNICA E.030	RESULTADOS		NORMA TÉCNICA E.100	ESFUERZOS ADMISIBLES (resultados)	ESFUERZOS ADMISIBLES (norma)
		Desplazamiento permisible	Estática			
1° NIVEL	0.01	0.0038 4	0.000366	Compresión paralela	<b>139 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>130 kg/cm<sup>2</sup></b>
	0.01	0.0038 8	0.000369	Flexión	<b>54 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>50 kg/cm<sup>2</sup></b>
2° NIVEL	0.01	0.0028 8	0.000268	Compresión paralela	<b>129 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>130 kg/cm<sup>2</sup></b>
	0.01	0.0029 3	0.000273	Flexión	<b>50.3 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>50 kg/cm<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Programa Etabs

### **Interpretación**

Se observó que el bambú cumplió con los desplazamientos permitidos por la norma técnica E.030 y E100 mostrando un buen coeficiente de flexión de 5.3 MPa, cercano al límite de 5.00 MPa establecido por la norma. Sin embargo, en el ensayo de compresión paralela a la fibra, superó los esfuerzos admisibles de 1.3 MPa, alcanzando un coeficiente de 129 kg/cm<sup>2</sup>.

**Se compara los desplazamientos obtenidos por el programa ETABS V21.1.0, con la norma E.030 y E100**

**Tabla 20:** desplazamiento Estático

#### **VALORES OBTENIDOS DE ETABS V21.1.0 DESPLAZAMIENTOS PRIMER NIVEL**

$$DR UX = 0.3952$$

$$DR UY = 0.3990$$

#### **DESPLAZAMIENTOS SEGUNDO NIVEL**

$$DR UX = 0.2961$$

$$DR UY = 0.3015$$

#### **CALCULO DE DERIVAS**

LA NORMA RESTRINGUE  
LOS DESPLAZAMIENTOS  
LATERALES A NO EXCEDER A 0.0100

$$FACTOR = 0.75$$

$$R = 7$$

$$Hn = 540$$

#### **PRIMER NIVEL**

$$DERIVA EN X = 0.00384 \quad \text{OK}$$

$$DERIVA EN Y = 0.00388 \quad \text{OK}$$

#### **SEGUNDO NIVEL**

**DERIVA EN X = 0.00288 OK**  
**DERIVA EN Y = 0.00293 OK**  
**Fuente:** Programa Etabs

**Tabla 21:** desplazamiento Dinámico

**VALORES OBTENIDOS DE  
ETABSV21.1.0  
DESPLAZAMIENTOS PRIMER NIVEL**

DR UX = 0.0376  
DR UY = 0.038

**DESPLAZAMIENTOS SEGUNDO NIVEL**

DR UX = 0.0276  
DR UY = 0.0281

**CALCULO DE DERIVAS**

LA NORMA RESTRINGUE  
LOS DESPLAZAMIENTOS  
LATERALES A NO EXCEDER A 0.010

FACTOR = 0.75  
R = 7  
Hn = 540

**PRIMER NIVEL**

**DERIVA EN X = 0.000366 OK**  
**DERIVA EN Y = 0.000369 OK**

**SEGUNDO NIVEL**

**DERIVA EN X = 0.000268 OK**  
**DERIVA EN Y = 0.000273 OK**

**Fuente:** Programa Etabs

### **Interpretación:**

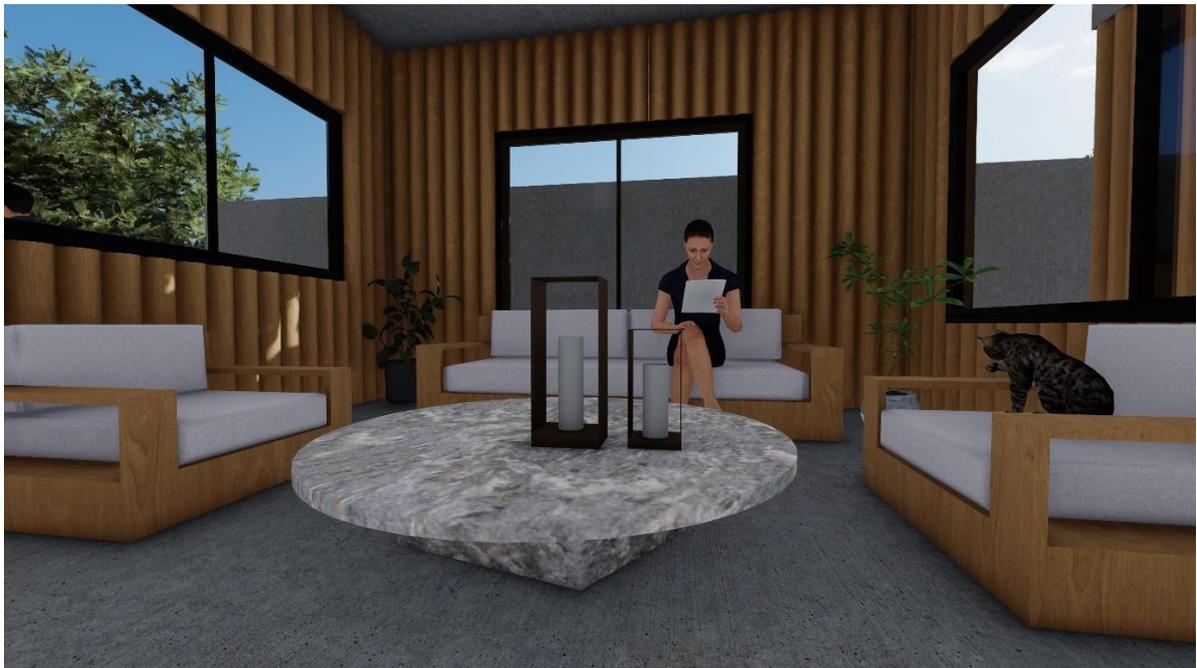
Para análisis estructural y comportamiento del modelo se usó el software ETABS V21.1.0 que fue gran ayuda para el diseño, se pudo verificar que el diseño de la vivienda unifamiliar a base de bambú es óptimo frente a los eventos sísmicos, dando los desplazamientos inelásticos por debajo del 1% por la norma E.030 cumpliendo con el objetivo de diseño estructural y corroborando con los ensayos previos realizados de los materiales

**Figura N°42:** Estructura de la vivienda de bambú en 3D



**Fuente:** Elaboración propia

## Plano renderizado 3D



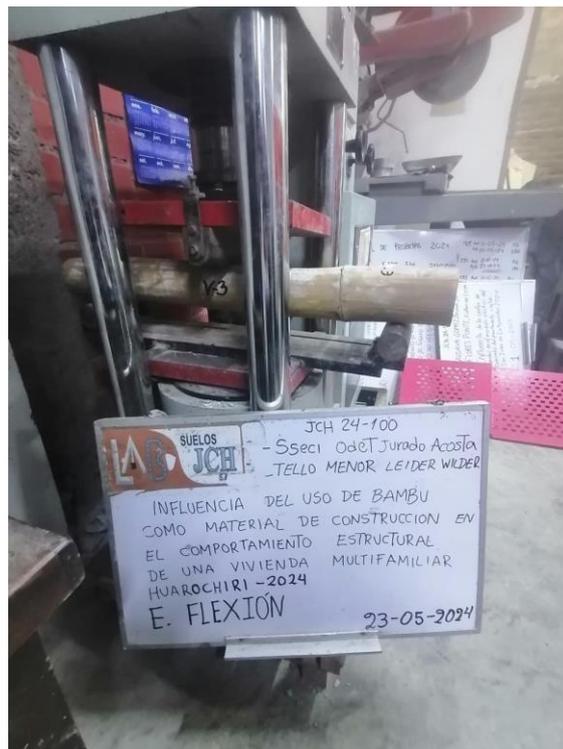
## Toma de muestras de suelo



# Ensayo de compresión



# Ensayo de flexión



## Ensayo de contenido de Humedad



## Resultados de Laboratorio “Ensayo de compresión”

	REGISTRO	Código : -
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Página : 1 de 1

### COMPRESION DE BAMBU NORMA E.100

**INFORME No.** JCH 24-100  
**SOLICITANTE** SSECI ODET JURADO ACOSTA / TELLO MENOR LEIDER ACOSTA  
**PROYECTO** INFLUENCIA DEL USO DE BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA, HUAROCHIRI-2024  
**UBICACIÓN** HUAROCHIRI

**MUESTRA** Bambú **Fecha Rotura (7D)** 23/05/2024

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	PESO (gr)	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
C-1	671.0	97.0	90.51	73.90	125
C-2	720.0	99.2	105.31	77.29	138
C-3	660.0	100.6	100.73	79.41	129

#### Consideraciones :

- No se observaron fallas atípicas en las roturas

  
**Jean Chavez R.**  
 Tc. Suelos, Aditivos y Concreto



  
**JAVIER FRANCISCO TELLO**  
 N° Reg. CIP: 163857

# Resultados de Laboratorio “Ensayo de flexión”

	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>versión</b>
	<b>INFORME RESULTADO DE LABORATORIO</b>	<b>Variable</b>	01
		<b>Fecha</b>	-
		<b>Página</b>	1 de 1

<b>Informe</b>	:	JCH 24-100		
<b>Solicitante</b>	:	SRECI CODET JURADO ACOSTA / TELLO MENOR LEIDER ACOSTA		
<b>Proyecto</b>	:	INFLUENCIA DEL USO DE BAMBOO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA, HUARACHIRO-2024		
<b>Ubicación</b>	:	HUARACHIRO	<b>Fecha de ensayo</b>	22/05/2024
<b>Fecha</b>	:	MAYO DEL 2024		
<b>Tipo de muestra</b>	:	1 (Módulo)		
<b>Presentación</b>	:	1 (Natural)		

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL BARRÓ

IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA	FECHA DE ROTURA	PESO (kg)	h (mm)	h <sub>0</sub> (mm)	L (mm)	L <sub>0</sub> (mm)	CARGA (kg)	MÓDULO DE ROTURA
V-1	20/05/2024	1284.0	10.0	10.0	82.0	70.0	8.88	48.4 kg/cm <sup>2</sup>
V-2	20/05/2024	1071.0	8.8	8.8	82.0	70.0	8.84	34.0 kg/cm <sup>2</sup>
V-3	20/05/2024	1284.0	8.8	8.8	82.0	70.0	8.23	30.3 kg/cm <sup>2</sup>

Muestra Fractura  
 Muestra Rotura  
 Muestra Comprimida  
 Operado por: S.L.

- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
  - \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo

  
**Jean Chavez R.**  
 Ing. Suelos, Acabado y Concreto





  
  
 JUAN CARLOS PINEDA  
 SUELOS, ACABADOS  
 Y CONCRETO  
 12° Reg. CIP: 188887

## Resultados de Laboratorio “Contenido de Humedad”

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : 02/01/22
		Página : 1 de 1

### ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD E.100

**INFORME No.** : JCH 24-100  
**SOLICITANTE** : SSECI ODET JURADO ACOSTA / TELLO MENOR LEIDER ACOSTA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DEL USO DE BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA, HUAROCHIRI-2024  
**UBICACIÓN** : HUAROCHIRI  
**FECHA** : MAYO DEL 2024

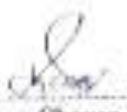
#### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 20/05/24
Calicata	: -	Fecha de Ejecución	: 23/05/24
Muestra	: Bambú		
Prof. (m)	: -		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°		H-1	H-2	H-3
Masa de Bambú húmedo + recipiente	g	738.0	776.0	679
Masa de Bambú seco + recipiente	g	628.0	669.0	587.0
Masa de recipiente	g	0.0	0.0	0.0
Masa de agua	g	110.0	107.0	92.0
Masa de Bambú seco	g	628.0	669.0	587.0
Contenido de agua	%	17.52	15.99	15.67
Contenido de Humedad (%)		17.52	15.99	15.67
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )		0.852	0.844	0.833

**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por** : Tec. B.L.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-005
Horno	HOR-001

  
**Jean Chavez R.**  
 Tel. 9468 4466 y 60060



  
**JAVIER FRANCISCO**  
 SULLUA CLAYTON  
 N° Reg. C.P. 161887

# Resultados de Laboratorio "Estudio de suelos"



Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto, rocas, ladrillos y ensayos especiales.  
Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorios.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
(NORMA ASTM D422)							
CERTIFICADO Nº 002-03-001							
SOLICITANTE : JURADO ACOSTA, SIBIO Y TELLO MENOR UICUR							
PROYECTO : IMPACTO DEL ANILLO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR							
UBICACIÓN : AV. ANTONIO DE JICAMBARCA SIBIO 23, HURLOCKE							
SUPERVISIÓN : ---						FECHA : 20/06/08	
<b>DATOS DE MUESTRA</b>							
MATERIAL : PROPIO (C.I. MUESTRA Nº1)				PESO INICIAL : 2856.8 g.			
CANTERA : ---				TAMAÑO MÁXIMO : 1"			
Tamaño	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido	Peso Pasa	Pasa (%)	Comentarios	Observación de la muestra
3"	0.000	0.0	0.0	0.0	100.0		Cada línea con arena
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.000	189.8	6.7	2767.0	97.3		GRANAS = 26.4 % ARENAS = 43.0 % FINOS = 26.2 % TOTAL = 95.7 %
3/4"	19.000	202.1	7.1	2654.7	93.3		
1/2"	12.500	258.2	9.0	2598.6	91.3		Clasificación SUCE ASTM D2487 <b>SM</b> Clasificación AASHTO A-1-b(0)
3/8"	9.500	241.2	8.4	2615.6	89.4		
Nº 4	4.750	220.7	7.7	2636.1	89.0		
Nº 10	2.000	187.8	6.6	2669.0	93.8		
Nº 20	0.850	149.7	5.2	2707.1	95.0		
Nº 40	0.425	137.9	4.8	2718.9	95.3		
Nº 60	0.300	288.7	10.1	2568.1	90.0		
Nº 100	0.150	287.9	10.1	2568.9	90.0		
Nº 200	0.075	287.4	10.1	2569.4	90.0		
> Nº 200	POBDO	794.2	28.0	2062.6	72.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>ejecución: Tec. Jorge Aul</p> <p>revisó: Ing. Juan J. Ventura Roque</p>

**LAB. INGGEOS S.A.C.**  
 SUELOS-CONCRETOS-ASFALTO  
 JUAN JESUS VENTURA ROQUE  
 JEFE DE LABORATORIO  
 EN. BOL. CP 1948



Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto, rocas, ladrillos y ensayos especiales  
 Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorios.

LÍMITES DE ATERRIERS					
(NORMA ASTM D4318)					
CERTIFICADO Nº 001-20-LL					
SOLICITANTE	: JURADO ACOSTA, SERGIO TELLO MENOR, LIDER	FECHA:	: 29/05/2024		
PROYECTO	: IMPACTO DEL SABBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR				
UBICACIÓN	: SAN ANTONIO DE JICAMARCA AVIADO 20, HUARDOCHI				
SUPERVISOR	: ***				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
MATERIAL:	: PROPIO (C-1-MUESTRA Nº3)				
CANTERA:	: ***				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>					
ENSAÑO Nº	01	02	03	04	
líq. de Caspeta					
escopete Nº					
líq. + Sábulo Fino					
líq. + Sábulo Med. + Sábulo Grueso					
líq. de agua					
líq. de Fongp.					
líq. de S. Seco					
líq. de Humedad					
<b>NIP</b>					
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
ENSAÑO Nº	01	02			
escopete Nº					
líq. + Sábulo Fino					
líq. + Sábulo Med. + Sábulo Grueso					
líq. de agua					
líq. de Fongp.					
líq. de S. Seco					
líq. de Humedad					
<b>NIP</b>					
<b>RESULTADOS</b>					
Límite Líquido	NF				
Límite Plástico	NF				
Ind. Plástico	NF				
Ejecución:	Téc. Jorge Soto				
Revisión:	Ing. Juan J. Ventura Roque				

  
**LAB. INGGEOS S.A.C.**  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO  
 JUAN JESÚS VENTURA ROQUE  
 JEFE DE LABORATORIO  
ING. CIVIL. CIP 4589



Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto, rocas, ladrillos y ensayos especiales.  
Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorios.

## MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD - SUELOS

### ASTM C566

CERTIFICADO N°001-CH-22

<b>SOLICITANTE</b>	: JURADO ACOSTA, SSECI Y TELLO MENOR, LEIDER
<b>PROYECTO</b>	: IMPACTO DEL BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR
<b>UBICACIÓN</b>	: SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 22, HUARDOCHIRÍ
<b>SUPERVISIÓN</b>	: ---
<b>CANTERA</b>	: ---
<b>MATERIAL</b>	: FRODO (C1 MUESTRA Nº3)

#### TAMAÑO DE LA MUESTRA DE AGREGADO

TMN	MASA MÍNIMA
Ø (mm)	kg
No. 4	0.5
3/8	1.5
1/2	2.0
3/4	3.0
1	4.0
1 1/2	6.0
2	8.0
2 1/2	10.0

#### DATOS Y RESULTADO

W (g)	5682.0
D (g)	5227.5
P (%)	8.7

#### FÓRMULA

$$P = 100 (W-D)/D$$

#### DONDE:

P: Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W: Masa de la muestra húmeda original en gramos

D: Masa de la muestra seca en gramos

REALIZADOR POR : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
REVISADOR POR : ING. JUAN VENTURA ROQUE  
FECHA : 29/05/2024

LAB. INGEEOS S.A.C.  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO  
JUAN JORGE VENTURA ROQUE  
JEFE DE LABORATORIO  
PUNTA CANAL - CP 40221

## ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

NTP 339.178 - 339.177

CERTIFICADO N°001-EQUI-22

**SOLICITANTE** : JURADO ACOSTA, SSECI Y TELLO MENOR, LEIDER  
**PROYECTO** : IMPACTO DEL BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR  
**UBICACIÓN** : SAN ANTONIO DE JICAMARCA ANEXO 22, HUAROCHIRÍ  
**SUPERVISIÓN** : —

**CANTERA** : —  
**MATERIAL** : PROPIO (C 1 - MUESTRA Nº 3)

### ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS

RESULTADO	p.p.m.	%
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES NORMA - NTP 339.178	305	0.031
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES NTP 339.177	104	0.010

**OBSERVACIONES** :  
**REALIZADO POR** : TEC. JORGE BOLO SALDAÑA  
**REVISADO POR** : ING. JUAN VENTURA ROGUE  
**FECHA** : 29/05/2024

LAB. INGGEOS S.A.C.  
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO  
JUAN JESÚS VENTURA ROGUE  
JEFE DE LABORATORIO  
R.O. CIVIL. D.F. 41899

# Presupuesto

## Presupuesto

510

Presupuesto	Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochiri-2024.					01/07/2024
Lugar	UMA - HUAROCHIRI					Parcial S/.
Item	Descripción	Und.	Metrado	Costo al Precio S/.		
<b>ESTRUCTURA</b>						
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
01.01	EXCAVACIÓN					
01.01.01	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS	m3	7.34	41.61		305.40
01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					
01.02.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARRETILLA	m3	7.34	27.74		203.59
02	CONCRETO SIMPLE					
02.01	CIMENTOS CORRIDOS					
02.01.01	SOBRECIMIENTO					
02.01.01.01	CONCRETO Fc=175kg/cm2 + 25% P.M.	m3	2.20	342.53		753.56
02.01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	33.83	30.60		1036.80
02.01.02	FALSO PISO					
02.01.02.01	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:1 CEMENTO -HORMIGON e=4"	m2	52.34	46.07		2411.27
03	CONCRETO ARMADO					
03.01	ZAPATAS					
03.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	5.12	373.52		1912.44
03.01.02	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	158.40	9.32		1476.90
03.02	LOSAS MACIZAS					
03.02.01	CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	2.69	407.01		1094.87
03.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2	kg	1041.24	10.75		11191.14
03.02.03	CAPA DE BAMBU e=1.5cm	m2	49.93	102.28		5106.86
03.03	ESCALERAS					
03.03.01	CONCRETO ESCALERAS	m3	0.86	410.28		352.80
03.03.02	ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2	kg	333.83	10.75		3590.03
03.03.03	CAPA DE BAMBU e=1.5cm	m2	17.20	101.37		1743.61
04	ELEMENTOS DE BAMBU					
04.01	PRESERVACIÓN					
04.01.01	PRESERVACIÓN QUIMICA AL BAMBU - metodo de Inmersión de pentaborato	m2	2054.00	2.05		4211.31
04.02	CORTES ESPECIALES E INSTALACIONES DEL BAMBU					
04.02.01	CORTES RECTOS A MEDIDA DE LOS BAMBUS (col, vig, vlguel.)	pa	916.00	8.99		8231.29
04.02.02	CORTES ESPECIALES E INSTALACIÓN DE LA COLUMNA DE BAMBU G.A. (Fc=140kg/cm2)	und	120.00	72.57		8708.54
04.03	ANCLAJE DE BAMBU					
04.03.01	ANCLAJE DE UNIÓN VIGA PRINCIPAL - COLUMNA (ambos de bambu)	und	16.00	52.14		834.24
04.03.02	ANCLAJE DE UNIÓN VIGA SIMPLE - COLUMNA (ambos de bambu)	und	40.00	28.36		1134.54
04.04	HABILITACIÓN Y FIJACIÓN DE BAMBU CON 2 CORTES DE BOCAS DE PESCADO					
04.04.01	EN LOS DOS EXTREMOS PARA VIGA DE AMARRE DE MURO	und	68.00	22.59		1536.11
<b>ARQUITECTURA</b>						
01	MUROS					
01.01	PARED CON LATILLAS DE BAMBU GUADUA ANGUSTIFOLIA					
01.01.01	MURO DE BAMBU (CAÑA CHANCADA)	m2	211.52	90.55		19052.27
01.02	TARRAJEO EN EXTERIORES SOBRE PARED DE BAMBU					
01.02.01	TARRAJEO EXTERIOR-B	m2	211.52	22.72		4805.95
01.02.02	PAÑETEADO EXTERIOR - B	m2	211.52	8.93		1888.88
02	PISOS					
02.01	CONTRAPISO	m2	98.90	41.31		4085.42
02.01	PISO DE BAMBU (CAÑA CHANCADA)	m2	98.90	12.03		1190.03
	COSTO DIRECTO				S/	86,957.85
	GASTOS GENERALES				-	
	UTILIDAD				S/	
	SUBTOTAL				-	
	IGV				S/	
	TOTAL DE PRESUPUESTO				S/	86,957.85

## Presupuesto

510

Presupuesto	Influencia del uso de bambú como material de construcción en el comportamiento estructural de una vivienda, Huarochiri-2024.				Costo al	01/07/2024
Lugar	LIMA - HUAROCHIRI				Costo al	Parcial S/.
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.		
<b>ESTRUCTURA</b>						
<b>01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
<b>01.01</b>	<b>EXCAVACIÓN</b>					
01.01.01	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS	m3	22.62	41.61		941.17
<b>01.02</b>	<b>RELLENOS</b>					
01.02.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.52	23.60		59.46
<b>01.03</b>	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>					
01.03.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARRETILLA	m3	24.12	27.74		669.02
<b>02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
<b>02.01</b>	<b>CIMIENTOS CORRIDOS</b>					
02.01.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA	m3	19.99	212.54		4163.75
<b>02.02</b>	<b>SOBRECIMIENTO</b>					
02.02.01	CONCRETO SOBRECIMIENTO $f_c=140\text{kg/cm}^2 + 25\%$ p.m.	m3	2.2	352.47		775.42
02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	33.88	94.83		3212.87
<b>02.03</b>	<b>FALSO PISO</b>					
02.03.01	CONCRETO FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO -HORMIGON $m^4$	m2	52.34	42.69		2234.43
<b>03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>					
<b>03.01</b>	<b>COLUMNAS</b>					
03.01.01	CONCRETO EN COLUMNAS $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	3.2	588.47		1883.11
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	55.1	93.17		5133.64
03.01.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	1050.76	9.32		9424.18
<b>03.02</b>	<b>VIGAS</b>					
03.02.01	CONCRETO EN VIGAS $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	1.77	430.96		761.74
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	54.2	108.28		5868.63
03.02.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	438.3	9.32		4086.65
<b>03.03</b>	<b>LOSAS MACIZAS</b>					
03.03.01	CONCRETO EN LOSAS $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	11.98	524.72		6286.11
03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.89	80.12		4317.66
03.03.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	2081.48	9.32		19407.42
<b>03.04</b>	<b>ESCALERAS</b>					
03.04.01	CONCRETO EN ESCALERAS $f_c=210\text{ kg/cm}^2$	m3	2.22	534.72		1187.09
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	18.69	138.27		2584.29
03.04.03	ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg	213.12	9.32		1987.10
<b>ARQUITECTURA</b>						
<b>01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					
01.01	MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA	m2	211.52	129.66		27426.12
<b>02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					
02.01	TARRAJEO MUROS PRIMARIOS	m2	211.52	35.05		7414.22
02.02	TARRAJEO COLUMNAS	m2	55.1	46.19		2545.31
02.03	TARRAJEO VIGAS	m2	3.96	64.31		254.69
02.04	TARRAJEO FONDO DE ESCALERA	m2	11.89	84.28		1002.08
<b>03</b>	<b>PSOS</b>					
03.01	CONTRAPISO	m2	98.9	41.31		4085.42
03.02	PISO DE CEMENTO ACABADO PUEDO	m2	98.9	22.18		2193.74
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>S/ 119,905.32</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>S/ -</b>
	<b>UTILIDAD</b>					<b>S/ -</b>
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>S/ -</b>
	<b>IGV</b>					<b>S/ -</b>
	<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>					<b>S/ 119,905.32</b>