

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE
ENSAYOS A ESCALA”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Olga Hide Collazos Julca

Asesor:

Mg. Ing. Eryln Giordany Salazar Huaman

<https://orcid.org/0000-0001-7619-7995>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	TULIO EDGAR GUILLÉN SHEEN	26676774
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	MARIO RENE CARRANZA LIZA	26602358
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	1%
2	ushggxfw.host230.checkdomain.de Fuente de Internet	1%
3	citecuvp.tij.uabc.mx Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	1%
5	webinei.inei.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Cliffside Park High School Trabajo del estudiante	1%

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada en primera instancia a Dios por darme la vida, la salud y la oportunidad de seguir viva, para ver los frutos del esfuerzo que se tiene para lograr alcanzar un sueño que me trace aun siendo una niña. A mi hija por darme ese impulso y ganas de seguir cada día superándome; A mi familia por el apoyo incondicional y la oportunidad de estudiar. A mis padres por enseñarme que las metas que uno se propone se consiguen con esfuerzo, dedicación y disciplina; que la mejor herencia que ellos pueden dejar a los hijos es la educación tanto profesional como personal, que aprender a enseñar nos ayuda a entender que lo que se conoce solo es un grano de arena ante un desierto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia, quienes fueron esencial en esta etapa universitaria. A mis docentes, que con sus sabias enseñanzas, consejos y paciencia me ayudaron a lograr culminar esta profesión. A mi asesor el Ing. Erlyn G. Salazar Huamán por su ayuda y orientación en la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. Objetivo General	21
1.3.2. Objetivos Específicos	21
1.4. Hipótesis	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	61
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS	74
ANEXOS	77

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Matriz de clasificacion de variables</i>	80
<i>Tabla 2: Población para ensayos en laboratorio</i>	24
<i>Tabla 3: Cuadro resumen de muestras a ensayar</i>	25
<i>Tabla 4: Técnicas e instrumentos de recoleccion y analisis de datos</i>	26
<i>Tabla 5: Contenido de bumedad del bambú</i>	29
<i>Tabla 6 Densidad Basica del Bambu:</i>	30
<i>Tabla 7: Resistencia a la compresion paralela a la fibra Mc-01</i>	32
<i>Tabla 8: Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-02</i>	33
<i>Tabla 9: Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-03</i>	34
<i>Tabla 10: Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-04</i>	36
<i>Tabla 11: Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-05</i>	37
<i>Tabla 12: Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-06</i>	38
<i>Tabla 13: Resistencia a la flexión Mf-01</i>	40
<i>Tabla 14: Resistencia a la flexión Mf-02</i>	41
<i>Tabla 15: Resistencia a la flexión Mf-03</i>	42
<i>Tabla 16: Resistencia a la flexión Mf-04</i>	44
<i>Tabla 17: Resistencia a la flexión Mf-05</i>	45
<i>Tabla 18: Resistencia a la flexión Mf-06</i>	46
<i>Tabla 19: Contenido de Humedad del agregado fino</i>	48
<i>Tabla 20: Contenido de Humedad del agregado grueso</i>	48
<i>Tabla 21: Gravedad específica y absorción finos</i>	51
<i>Tabla 22: Gravedad específica y absorción gruesos</i>	52
<i>Tabla 23: Peso unitario y absorción agregado fino</i>	53
<i>Tabla 24: Peso unitario y absorción agregado grueso</i>	53
<i>Tabla 25: Resumen de material de armado para concreto</i>	54
<i>Tabla 26: Parametros de sitio</i>	58
<i>Tabla 27: Parámetros sísmicos empleados en el modelamiento</i>	58
<i>Tabla 28: Resultados de resistencia a compresion de los 7 dias -patron</i>	61
<i>Tabla 29: Resultados de resistencia a compresion de los 7 dias - bambú</i>	62

<i>Tabla 30: Resultados de resistencia a compresión de los 14 días -patron</i>	62
<i>Tabla 31: Resultados de resistencia a compresión a los 14 días, armado con bambú</i>	63
<i>Tabla 32: Resultados de resistencia a compresión a los 28 días, diseño patron</i>	64
<i>Tabla 33: Resultados de resistencia a compresión a los 28 días, armado de bambú</i>	64
<i>Tabla 34: Resultados de ensayo a flexión a 7 días de concreto armado patrón</i>	65
<i>Tabla 35: Resultados de ensayo a flexión a los 7 días de concreto armado con varillas de bambú</i>	65
<i>Tabla 36: Resultados de ensayo a flexión a los 14 días de concreto armado patron</i>	66
<i>Tabla 37: Resultados de ensayo a flexión a los 14 días de concreto armado con varillas de bambú</i>	67
<i>Tabla 38: Resultados de ensayo a flexión a los 28 días de concreto armado acero</i>	67
<i>Tabla 39: Resultados de ensayo a flexión a los 28 días de concreto armado con varillas de bambú</i>	68
<i>Tabla 40: Peso de la vivienda según el sistema</i>	69
<i>Tabla 41: Derivadas máximas por dirección en X</i>	69
<i>Tabla 42: Derivadas máximas por dirección en Y</i>	69
<i>Tabla 43: Matriz de consistencia</i>	78

Índice de figuras

<i>Figura 1: Partes de un bambú y sus respectivos usos.....</i>	19
<i>Figura 2: Componentes de Bambú.....</i>	20
<i>Figura 3: Ubicación de zona productiva de bambú</i>	105
<i>Figura 4: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-01</i>	33
<i>Figura 5: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-02</i>	34
<i>Figura 6: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-03.....</i>	36
<i>Figura 7 Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-04:.....</i>	37
<i>Figura 8: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-05.....</i>	38
<i>Figura 9: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-06.....</i>	39
<i>Figura 10: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-01.....</i>	41
<i>Figura 11: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-02.....</i>	42
<i>Figura 12: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-03.....</i>	43
<i>Figura 13: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-04.....</i>	44
<i>Figura 14: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-05.....</i>	46
<i>Figura 15: Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-06.....</i>	47
<i>Figura 16: Coeficiente de Seguridad para el contenido de humedad del agregado fino</i>	48
<i>Figura 17: Coeficiente de Seguridad para el contenido de humedad del agregado grueso ..</i>	49

Índice de ecuaciones

<i>Ecuación 1: Masa del agua.....</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación 2: Contenido de Humedad</i>	<i>29</i>
<i>Ecuación 3: Volumen verde de la muestra de bambú.....</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación 4: Densidad básica.....</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación 5: Espesor de la muestra de bambú.....</i>	<i>31</i>
<i>Ecuación 6: Área hueca de la muestra del bambú</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación 7: Esfuerzo a la compresión.....</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación 8: Modulo de elasticidad.....</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación 9: Esfuerzo a la flexión</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 10: Momento actuante sobre el elemento</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 11: Modulo de la sección.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 12: Contenido de humedad</i>	<i>47</i>

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar construida a base de concreto armado tradicional con un concreto armado de bambú, para ello se realizó dos tipos de ensayos, para determinar la resistencia a compresión y flexión (deformación y esfuerzos máximos) usando dos tipos de concreto armado, el primero fue concreto armado con varillas de acero y el segundo concreto armado base de varillas de bambú, se elaboraron probetas tanto cilíndricas de 15 x 30 cm para los ensayos a compresión y probetas cúbicas de 15 x 15 x 60 cm para los ensayos a flexión. Cuyos datos obtenidos en los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de bambú fueron de compresión paralela a la fibra de bambú de 222.488 kg/cm², la flexión perpendicular a la fibra fue de 277.586 kg/cm² y una densidad básica de 0.54 gr/cm³. Por otro lado, las propiedades mecánicas del concreto armado con bambú, se dio una resistencia a la compresión promedio de 185.376 kg/cm² y con un momento flector promedio de 710.315 kg.m y cuyo módulo de rotura fue de 590.57 tn/m².

Para poder realizar el comportamiento estructural de dicha edificación se elaboró una arquitectura basándose en proyectos de casas unifamiliares, de esta manera, se hizo el modelamiento estructural con los datos obtenidos mediante los ensayos basándose normas actualizadas del RNE, y con el apoyo del programa computacional ETABS

PALABRAS CLAVES: Comportamiento Estructural, Concreto Armado, Bambú

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las condiciones socioeconómicas y ambientales que existen actualmente, generan en la población suplir por una de las necesidades mayores del ser humano en el mundo, de tener una vivienda adecuada.

Una vivienda adecuada da una seguridad de la tenencia, la disponibilidad de agua y desagüe, el libre acceso a ella, adecuación cultural, asequibilidad y habitabilidad. (ONU, 2019). Estos dos últimos criterios hacen referencia a una vivienda con un costo accesible, que genere seguridad física, proporción de espacio suficiente, genere protección de frío, humedad, calor, lluvia, viento y otros peligros que puedan afectar la salud y así mismo brindar una seguridad estructural.

Como profesionales tenemos la responsabilidad de desarrollar construcciones sostenibles y buscar nuevas alternativas de materiales renovables, sustentables y con la capacidad de resistir cargas estáticas y dinámicas que están sometidos una edificación.

En esta búsqueda se encontró al bambú o conocido en algunos lugares del Perú como Caña de Guayaquil, este material se viene utilizando desde hace muchas épocas en construcciones de viviendas, puentes peatonales, establos y cubiertas; es un material capaz de convertirse en una de las mejores opciones ecológicas, económicas y estructurales para diferentes construcciones sostenibles.

Según Sánchez et al. (2016), “El uso de cualquier material como elemento estructural exige fundamentalmente del conocimiento de sus propiedades físico – mecánicas, con el objeto de aprovechar al máximo estas propiedades o quizás descartarlos si no cumple con las consideraciones mínimas requeridas en materiales de estructura o

especie similar que se usen como referente de estudios previos. (p. 600).

La relación del bambú con el sector construcción se afianza a partir del reconocimiento de las bondades de la planta, sus propiedades físico – mecánicas idóneas para construir estructuras sismorresistentes y sus condiciones benéficas de bajo impacto con el medio ambiente a nivel mundial, generando diferentes estudios que ayudan a comprender el comportamiento de este material como elemento estructural ante la aplicación de fuerzas externas en diferentes campos de la construcción y saber dónde utilizar dicho material, de tal manera que se garantice la solidez estructural.

Según Nordahlia Abdullah Siam et al. (2019), el bambú ha evolucionado de productos tradicionales a productos de mayor valor agregado, por sus propiedades físicas y mecánicas, el bambú demuestra que en la industria de la construcción se puede sustituir o reducir la utilización del acero.

El bambú por su morfología llega hacer comparado con el acero, por su resistencia a tracción, donde se puede utilizar como varillas de refuerzo en concreto, simulando al acero, por otro lado, el bambú puede llegar a tener una resistencia a la compresión igual a la del concreto y el ladrillo, según (Torres et al., 2019) existe una relación cuya resistencia a la flexión es aproximadamente el 75% menor que la resistencia a la compresión

Sus propiedades mecánicas del bambú dependen mucho de sus características físicas y de la edad de dicho material. Este vegetal ofrece diversas ventajas, según diversos estudios e investigaciones realizadas muestran que su tallo tiene un tipo de estructura, quizás la más perfecta que existe en la naturaleza (Pozo Ancho et al, 2020).

El bambú por sus propiedades estructurales, ha ido trabajando tanto como un solo elemento estructural que resiste todas las cargas, así como elemento secundario o de refuerzo con otros materiales de construcción, que no están sometidas a elevadas cargas,

pero no por ello deja de ser importante. Existen numerosas investigaciones acerca del bambú y su fusión con otros materiales, como por ejemplo con el concreto, yeso o barro, dependiendo del territorio donde se emplea.

El bambú para llegar usarse como material estructural factible, deberá relacionarse con otros materiales de construcción. (Sánchez *et al.* 2016) El bambú como material estructural puede ser empleado con el concreto, cuya denominación es *Bambucreto*, que es la combinación del concreto armado con varillas de bambú, con ello es posible el analizar el comportamiento estructural para diferentes elementos que cuenta una vivienda tales como: cimentaciones, vigas, columnas y muros.

Existe un libro llamado “ Uso del bambú en el concreto reforzado” del 2001 donde nos muestra que las primera aplicaciones fueron en china para construcciones militares durante la segunda guerra mundial como por ejemplo según (Universidad Nacional de Colombia, 2001): “La construcción del cuarto de frío para la International Export Ca., donde se emplearon varetas cuadradas de bambú de 6 mm (1/4") como refuerzo de muros en concreto de 5 cm (2") de espesor, así mismo el gobierno chino construyó pilotes de fricción en concreto reforzado con bambú, para cimentar algunos puentes; o el uso de placas de concreto reforzado con bambú, para la construcción de muros de protección en ríos”. (p.16)

Por otro lado, en Colombia el bambú conocida como Guadua, tiene una larga tradición en construcciones con este tipo de material, por sus propiedades físicos y mecánicas se realiza construcciones grandes, la cual ha sido evaluado por su comportamiento sísmico en diferentes terremotos sucedidos en este país, indicando una excelente adaptación a los efectos del sismo, considerándose como un buen elemento de construcción que brinda seguridad, resistencia y rigidez. Por otro lado, es un material de

muy bajo costo, el cual ayuda a dar solución al gran déficit de viviendas de interés social en Colombia. (Lozano Peña, DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA EN LA REGIÓN ANDINA DE COLOMBIA CORRELACIONADA CON VARIABLE DE CLIMA, 2020)

En el Perú, existen diversos estudios enfocados en el uso del Bambú como elemento estructural de una edificación, la revista BAMBUCYT (Bambú para la conciencia, innovación y tecnología), tercera edición; muestra estudios realizados a base de bambú y concreto denominado “CAÑACRETO”, en los años 1992 y 1993 se elaboraron los cálculos estructurales y de instalaciones interiores, para la casa modelo de dos plantas, la cual se construyó en 1994 y fue aprobada como Sistema Constructivo No Convencional (SCNC) por parte del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), las pruebas de carga y vibración forzada determinaron que los muros de corte de la edificación, tenían una resistencia de 2.15 Ton por cada metro lineal de muro, dentro de un comportamiento totalmente elástico.

Por otro lado, la misma revista, menciona que en el año 1995 se construyó un muro de corte en el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), con una carga recomendada según la casa modelo de 2 Ton por metro lineal de muro, la cual llegó a tener una carga máxima de 6 Ton por metro lineal de muro, donde se concluye que el estado inelástico es bastante extenso, lo que daría más seguridad a las edificaciones construidas con este tipo de sistema.

En la actualidad se cuenta con la Norma Técnica Peruana E. 100 “Bambú”, es una norma explícitamente para el uso de bambú como elemento estructural en diferentes campos de la ingeniería y construcción.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente la presente investigación busca analizar

el comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar a base de concreto reforzado con tiras de bambú, teniendo en cuenta las normativas vigentes NTP E.100 – BAMBÚ, NTP E .060 – de CONCRETO ARMADO, Por otro lado, se utilizó la NTP E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE para diseñar y analizar la estructura de la vivienda unifamiliar y la NTP E. 020 para las consideraciones de los diferentes tipos de carga que están sometidas nuestra edificación.

Según Aguilar Paola & López Nelson (2019). Realizaron el estudio titulado *Análisis del comportamiento estructural del BAMBÚ DEL TIPO GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH como material de construcción en sustitución del hormigón armado en Quito – Ecuador*, cuyo objetivo principal es el análisis sismorresistente de un módulo de departamentos utilizados como materia prima el bambú, conocida también como caña guadua, la cual se basó en la norma ecuatoriana de la construcción, para poder conocer las propiedades físicas y mecánicas de dicho material, el estudio consistió en elaborar un módulo con 8 departamentos distribuido en dos plantas que cuentan con: área social, área de cocina y dos dormitorios; se analizó con dos tipo de materiales el primero fue a base de concreto armado y el segundo a base de bambú. Obtuvo como resultado que la edificación a base de bambú tiene un peso por carga reactiva del 50% menor que el peso de concreto armado, verificando que si cumple satisfactoriamente con los todos los controles que fueron realizados en la estructura diseñada en concreto armado, tanto derivas, como irregularidades torsional y modos de vibración.

Por su parte Pozo, Rodriguez & Yupari (2020), en su tesis denominada “Diseño estructural de una vivienda unifamiliar eco sostenible a base de bambú de interés social en el distrito de Morropón en la región de Piura” tiene como propósito analizar y diseñar estructuralmente una vivienda unifamiliar a base de bambú como material principal para la

construcción. Para ello se realizó la caracterización de los suelos basándose en la NTE E. 050, el modelado de la edificación a través del programa computacional ETABS la cual ayudó a analizar el comportamiento del Bambú como material estructural que esta sometidas a cargas estáticas y dinámicas, y para el diseño de los elementos estructurales se aplicó las normas técnicas E. 100 Y E. 070. En sus resultados demuestran que, los elementos estructurales a base de bambú, hacen cambios positivos tanto en el desempeño estructural como en el factor económico de la vivienda.

De igual forma; Massaharu et al., (2016), en su artículo denominado “Bambú como materia prima para edificios sostenibles” publicada por Revista Técnica y Científica Ciudades Verdes en Brasil, tuvo como propósito fomentar el uso del bambú como material estructural en la construcción civil, con el objetivo de presentar a sus lectores los procesos correctos de manejo y tratamiento del bambú par que algún día pueda reemplazar al acero en el hormigón armado. Para ello, se utilizó investigaciones realizadas de bibliografías existentes a través de libros, artículos y experiencias de cursos que permitieron el conocimiento de materiales, técnicas y conceptos relevantes para la elaboración de un estudio que demostró el correcto manejo y tratamiento del bambú, para el uso en la construcción civil. En sus resultados obtuvieron, que la resistencia física – mecánicas ideales se obtienen cuando la caña alcanza una edad de entre 3 y 7 años, con pequeñas variaciones entre especies, además por su alta resistencia a la tracción, GHAVAMI (1995) recomendó el uso del bambú como material alternativo, reemplazando al acero, como refuerzo en mangos de concreto. Sin embargo, el principal obstáculo para el uso del bambú es la poca adherencia que desarrolla con el hormigón. Por ello, concluyen diciendo que cuando se trata y aplica correctamente el bambú, se puede lograr fácilmente la misma vida útil que los materiales convencionales como el hormigón armado. Además, la relación

resistencia – peso demuestra ser muchas veces más ventajosa en comparación con los materiales de construcción convencionales.

Finalmente, como expresa Poveda (2011), en su proyecto denominada “Comparación del bambú con el acero como material de refuerzo a flexión en concreto” tuvo como objetivo, establecer la calidad del bambú para desempeñarse como material de refuerzo en elementos de concreto sometidos a flexión. Para ello, realizó ensayos de laboratorio a base de bambú utilizado como dispositivos que mezclan concreto con bambú para determinar cuál es el comportamiento de ambos materiales en conjunto, así mismo, se realizó ensayos con acero para realizar una posible comparación con ambos materiales. Dando como resultados, que el nodo del bambú define el valor a la resistencia a la tracción, la cual en este estudio el esfuerzo máximo a la tracción en el nudo de bambú varía entre los $1089,67 \text{ kg/cm}^2$ y $423,97 \text{ kg/cm}^2$, así mismo, para obtener una mejor adherencia al concreto con el bambú estas deben tener canales. Por último, en la realización de estos ensayos se pudo comprobar que las fallas en las vigas de refuerzo de acero es típica, la cual se generan varias grietas desde la fibra a tensión hasta donde se aplica la carga; en cambio las vigas reforzadas con bambú, se evidenciaron únicamente una sola grieta en la parte donde hubo mayor flexión. En conclusión, para tener una mejor resistencia en concreto con el bambú, proponen la elaboración de discontinuidades en las probetas de bambú, verificando la calidad de la resistencia del elemento estructural, por otro lado, la utilización de las probetas de bambú como elemento de refuerzo general que la capacidad de concreto disminuye en la fibra a tensión con este se somete a flexión.

Para seguir con la presente investigación, es necesario conocer conceptos previos que se relacionan directamente con la investigación. Según las normas requeridas como:

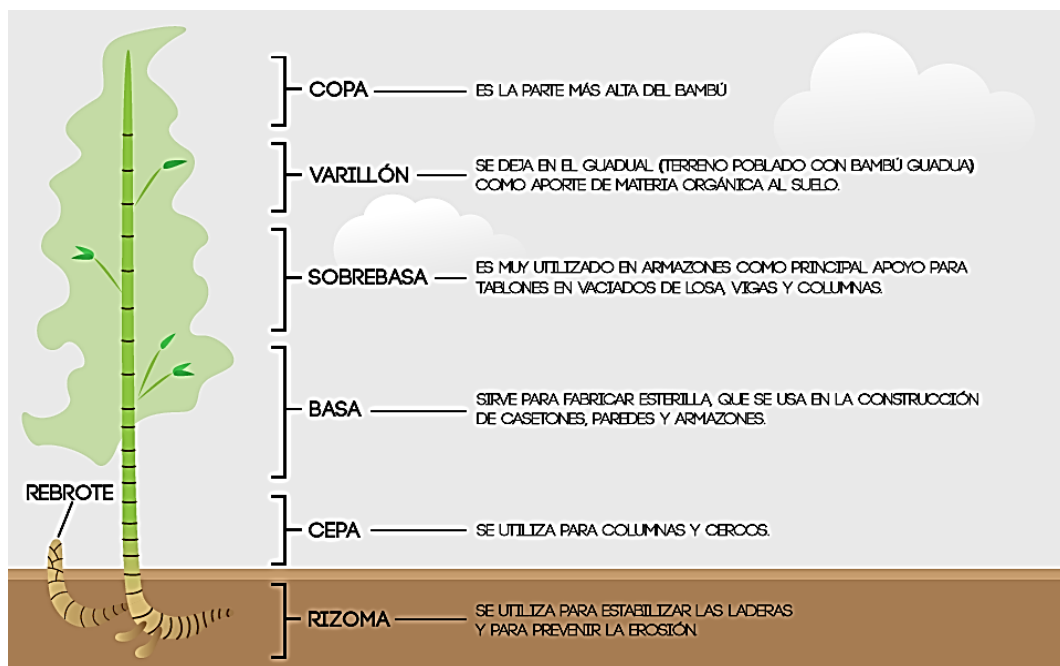
NORMA E.100 (Bambú)

- **Bambú o Planta de Bambú:**

Según la NTP E.100 (2019) “Es material que crece en la naturaleza, cuyos tallos son leñosos, pertenecientes a la familia de las Poacease (gramíneas), sub familia Bambúsoideae, tribu Bambúeseae”.

Figura 1:

Partes de un bambú y sus respectivos usos

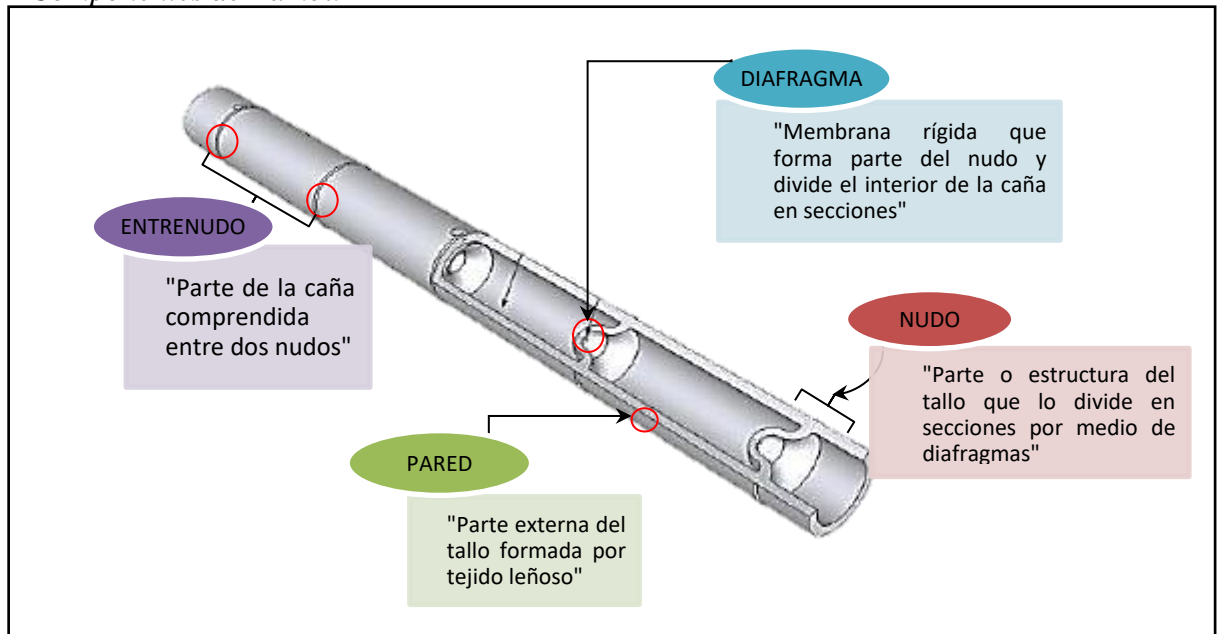


Nota. Fuente: *Bambouterra – WordPress.com, (2014).*

- **Caña de bambú:** Según la NTP E.100 (2019), “el bambú es una planta cuyo tallo está compuesto generalmente por una pared de tejido leñoso, hueco y leñoso”

Figura 2:

Componentes de Bambú



Nota. Fuente: Norma E.100 – Bambú, (2019, pag. 656).

NORMA E0.60 (Concreto Armado)

- **Agregado:** “Materiales compuestos geológicamente como la piedra, la arena y la grava, puede ser utilizado en forma natural o de chancado en el caso de la piedra” (Norma E 0.60, 2019).
- **Columna:** “Es aquel elemento vertical que puede resistir fuerzas a compresión, la cual se encarga de transferir las cargas a las cimentaciones”. (Norma E 0.60, 2019)
- **Concreto:** “Mixtura de cemento, más agregado fino y grueso y agua, en algunos casos el uso de aditivo” (Norma E 0.60, 2019).
- **Concreto estructural:** “Es todo tipo de concreto tanto el simple como el preesforzado” (Norma E 0.60, 2019).
- **Concreto armado o reforzado:** “Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no”. (Norma E 0.60, 2019)

- **Viga:** “Elemento estructural que se encuentran sometidos a cargas de flexión y de cortante” (Norma E 0.60, 2019).
- **Resistencia a compresión:** “Es la capacidad de resistir a un fenómeno aplastamiento, y puede ser medido por ensayos cuyas probetas son cilíndricas y sometidas a una máquina de compresión” (Norma E 0.60, 2019).
- **Resistencia a flexión:** “Tiene la capacidad de medir la resistencia a la tracción, y puede ser medido mediante la aplicación de cargas a vigas” (Norma E 0.60, 2019).

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se comporta estructuralmente una vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales ensayados a escala de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, Cajamarca - 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Comparar el análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales ensayados a escala de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, Cajamarca - 2023.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades físico – mecánicas del Bambú y concreto mediante estudios y ensayos previos.
- Realizar ensayos a escala de los elementos estructurales a base de concreto reforzado con bambú.
- Realizar ensayos a escala de los elementos estructurales a base de concreto

armado.

- Determinar los valores obtenidos de cada elemento estructural ensayados a escala en laboratorio.
- Realizar el análisis y diseño estructural de la vivienda unifamiliar según datos obtenidos en laboratorio.
- Comparar el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar con cada variable.

1.4. Hipótesis

- Existe variación del comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Para la presente investigación de acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es de tipo descriptivo, ya que Hernández et al. (2017) “un estudio descriptivo busca especificar las características de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis evaluando las variables independientemente”; y la actual investigación consistió en evaluar el análisis del comportamiento estructural de los elementos estructurales de concreto reforzado con bambú.

Del mismo modo, el enfoque considerado para la investigación es cuantitativo, porque según Neil & Cortez (2018) mencionan: “el objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables medibles”.

De la misma forma, la presente investigación planteó un diseño experimental, puesto que Hernández et al. (2010) señalan, “la investigación experimental manipula tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para poder observar los efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control”.

Según la metodología antes descrita, la presente investigación determino dos tipos de variables que determinan el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar dependiendo de los elementos estructurales de concreto reforzado con bambú estructural.

Para realizar la investigación se tuvo como población a elementos para ensayo en laboratorio tanto a probetas para vigas y probetas cilíndricas de concreto armado tradicional y con bambú; así mismo se diseñó una vivienda unifamiliar para el análisis estructural de la misma.

La población de estudio ensayada en laboratorio estuvo conformada por dos tipos de elementos:

Tabla 1:

Población para ensayos en laboratorio.

ELEMENTO	ENSAYO	RESISTENCIA DEL CONCRETO	TIPO DE REFUERZO
VIGA	FLEXIÓN	F_c' : 210 kg/cm ²	4 tiras principales de bambú ϕ 1/2" Estribos de acero ϕ 1/4"
COLUMNA	COMPRESIÓN	F_c' : 210 kg/cm ²	1 pieza de bambú de ϕ 12 cm

NOTA: *Elaboración Propia*

Así mismo, es necesario aclarar que la vivienda unifamiliar se diseñó con un sistema mixto, y con los valores propuestos por la Norma E.100, E.060, E.030, E.020 y E.050.

Para muestra, se determinó por muestreo probabilístico, por ello, la cantidad de vigas y columnas se determinó según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.183), "la cual indica una cantidad mínima de 3 a más especímenes por edad y por variable. Para este estudio se elaboraron 15 especímenes de viga reforzado con tiras de bambú y 15 especímenes de viga reforzada con varillas de acero, haciendo un total de 30 especímenes que fueron ensayadas a flexión para las edades de 7, 14 y 28 días". Así mismo, se elaboraron 15 especímenes de columna reforzado con varillas de bambú, la cual se enrolló con alambre de amarre, haciendo tipo zuncho para mejorar la adherencia del concreto con el bambú y 15 especímenes de columnas reforzadas con acero, haciendo un total de 30 especímenes que fueron ensayadas

a compresión para las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 2:

Cuadro resumen de muestras a ensayar

ELEMENTO	TIPO DE REFUERZO	ENSAYO	DÍAS	UNIDADES A ENSAYAS
VIGA	4 tiras principales de bambú ϕ 1/2" con estribos de acero ϕ 1/4"	FLEXIÓN	7	5
			14	5
			28	5
	4 varillas principales de acero ϕ 1/2" con estribos de acero ϕ 1/4"	FLEXIÓN	7	5
			14	5
			28	5
COLUMNA	1 pieza de bambú de ϕ 12 cm aprox	COMPRESIÓN	7	5
			14	5
			28	5
	4 varillas principales de acero ϕ 1/2" con estribos de acero ϕ 1/4"	COMPRESIÓN	7	5
			14	5
			28	5

De acuerdo las NTP 339.033, menciona:

Para determinar la resistencia a la flexión deben ser vigas de concreto vaciadas y fraguadas en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 50 mm mayor que tres veces la altura del testigo, la viga normal debe ser de 150 mm por 150 mm de sección transversal (p.09).

En nuestro estudio se elaboraron probetas de 150 mm por 150 mm y de longitud de 600 mm.

Por otro lado, las probetas para determinar la resistencia a la compresión, según NTP 339.033(2015) “deben ser cilindros vaciados y fraguados en posición vertical. Para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm” (p. 06).

Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos y análisis de datos, se detallaron en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 3:

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

	Técnica	Instrumento
Recolección de datos	Observación científica, Experimentación. Extracción de información técnica.	Protocolos. Ficha de recolección de datos. Reglamento Nacional de Edificaciones.
Análisis de datos	Procesamiento de datos. Modelamiento sísmico.	ETABS Hojas de EXCEL Ensayos de probetas de viga y columna.

En primer lugar, se tiene como técnica de recolección de datos a la observación científica, según Ruiz Bueno (2015) menciona que la observación científica, tiene un propósito preciso, claro y exacto, donde la persona que investiga de saber que desea y por qué, y para ello debe tomar medidas cautelosamente en aquello que desea observar.

En segundo lugar, se tiene a la Experimentación, que nos ayuda a determinar conjuntamente con la observación qué fenómeno ocurre ante una determinada situación (Ruiz Bueno, 2015).

Por último, se tiene como técnica de recolección de datos, la extracción de datos, que consistió en la revisión de normas, para la elaboración de protocolos, fichas de recolección de datos y diseño estructural de la vivienda unifamiliar.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, el primero fue los “**Protocolos**”, la cual se dividieron en dos tipos: la primera fue “Protocolos de laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte”, (**Anexo 2**) de las que se utilizaron 11 protocolos. En los protocolos 1 y 2 análisis granulométrico de agregado grueso y fino, en el protocolo 3 cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado, en los protocolos 4 y 5 gravedad específica y absorción de agregado fino y grueso, en el protocolo 6 peso unitario de las agregados, en los protocolos 7 y 8 contenido de humedad del agregado fino y grueso, el protocolo 9 resistencia a la compresión paralela a la fibra, el protocolo 10 resistencia a la compresión de testigos cilíndricos, y la segunda fue “Protocolos diseñados para la recolección de datos” (**Anexo 3**), se diseñaron 2 protocolos, el primer protocolo, se diseñó para la resistencia a la flexión perpendicular a la fibra, el segundo protocolo, se diseñó para la resistencia a la flexión de concreto en la viga simplemente apoyada con carga en el centro del tramo.

Para el segundo instrumento de recolección de datos, se tiene la “**Ficha de recolección de parámetros sísmicos**” obtenido de Soto Raico (2020), “la cual se encuentra en el **anexo 4**, y se distribuyó en 7 puntos. En el punto 1, se consideró el tipo de la zona sísmica, en los puntos 2 y 3 se determinó los sistemas estructurales en X-X y Y-Y, en el punto 4 se detalló la calidad de la construcción, en el punto 5 se estableció las condiciones del suelo, en el punto 6 y 7 se especificó las irregularidades en altura y planta respectivamente”. Por último, el tercer instrumento fue el **reglamento nacional de edificaciones (RNE)**, donde se logró utilizar las normas más recientes, para la elaboración de esta investigación, se utilizaron siguientes normas: E-030 Sismorresistente, E-020 Cargas, E-060 Concreto armado.

Para el análisis de datos, se consideraron dos técnicas, la primera fue el procesamiento de datos, la cual consistió en recolectar todos los datos conseguidos en los diferentes ensayos de laboratorio de concreto la Universidad Privada del Norte, el cual nos permitió analizar y comparar resultados tanto con las muestras patrón en este caso el concreto armado con varillas de acero ϕ $\frac{1}{2}$ y estribos ϕ $\frac{1}{4}$ y nuestra muestra en estudio que fue de concreto armado con varilla de bambú de ϕ $\frac{1}{2}$ y estribos ϕ $\frac{1}{4}$, tanto para flexión y compresión. Por último, la segunda técnica fue el modelado de la estructura, para analizar el comportamiento sísmico, permitiendo la simulación con la finalidad de obtener la respuesta de los elementos en estudio (columnas y vigas) frente a diferentes esfuerzos expuesto a una vivienda.

Por otro lado, los instrumentos para el análisis de datos, el primero fue el programa computacional ETABS, el cual se utilizó para crear y ejecutar el análisis sísmico estático y dinámico modal-espectral de la edificación. El segundo instrumento fueron las hojas de Excel, las cuales se utilizaron para procesar los datos obtenidos mediante los ensayos en laboratorio y del ETABS, para la comprobación de las deformaciones y el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar con los datos obtenidos en laboratorio y según Norma E.100.

La presente investigación, se realizó en las inmediaciones del laboratorio de Concreto y con la guía de las normas requeridas para su ejecución, recolectándose los datos tanto de la especie en estudio (BAMBÚ) y el concreto utilizado, se llevó a cabo una secuencia de procedimientos ordenados, con la finalidad de analizar y recolectar datos, para luego ser procesados con los instrumentos antes mencionados, todo.

En primer lugar, se estudió las propiedades físico y mecánicos del bambú, para ello se utilizó bambú cultivado en la Comunidad de Anispampa, distrito de San Bernardino, Provincia San Pablo, departamento de Cajamarca.

Los primeros ensayos realizados fueron las propiedades físicas del bambú:

Contenido de humedad del bambú (NTP 251.010), este ensayo nos determinó el porcentaje total de humedad de las tiras de bambú, donde se pesaron cuatro muestras de bambú en estado natural, para luego ser colocado en el horno a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, posterior a este tiempo se sacó las muestras del horno y fueron pesadas nuevamente en la balanza, los datos fueron colocados en el protocolo de contenido de humedad para este tipo de material.

$$MA = MH - MS$$

Ecuación 1: Masa del agua

Donde:

- (MH) Masa de la muestra húmeda
- (MS) Masa de la muestra seca en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- (MA) Masa del agua

$$W\% = \left(\frac{MA}{MS} \right) \times 1000$$

Ecuación 2: Contenido de Humedad

- W% Contenido de Humedad

Tabla 4:

Contenido de humedad del bambú

DESCRIPCIÓN	Und.	PROBETAS			
		1	2	3	4
(MH) Masa de la muestra húmeda	gr.	321.40	398.30	300.20	359.90
(MS) Masa de la muestra seca (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr.	235.00	249.90	209.70	213.50
(MA) Masa del agua	gr.	86.40	148.40	90.50	146.40
Contenido de humedad (W)	%	36.77%	59.38%	43.16%	68.57%
PROMEDIO	%	51.97%			

Densidad Básica del Bambú, para este ensayo fue tomando como muestra cuatro probetas de bambú, de las cuales se procedieron a tomar la lectura del diámetro interior, diámetro exterior y la altura de las muestras en estado natural, luego ser colocadas en el horno por 24 horas y pesarlas, de lo cual los datos obtenidos en este ensayo de colocaron en el protocolo de Densidad Básica.

$$Vv = \frac{h\pi}{4} (De^2 - Di^2)$$

Ecuación 3: Volumen verde de la muestra de bambú

Donde:

- **(h)** altura de la muestra de bambú (cm)
- **(De)** diámetro exterior (cm)
- **(Di)** diámetro interior (cm)
- **(Vv)** Volumen verde de la muestra de bambú (cm³)

$$Db = \frac{Vv}{MS}$$

Ecuación 4: Densidad básica

Donde:

- **(Vv)** Volumen verde de la muestra de bambú (cm³)
- **(MS)** Masa de la muestra seca en estufa a 105°C ± 5°C (gr)
- **(Db)** Densidad básica (cm³/gr)

Tabla 5:

Densidad Básica del Bambú

DESCRIPCIÓN	Und.	PROBETAS			
		1	2	3	4
Diámetro exterior	cm	8.69	8.70	8.48	8.31
Diámetro inferior	cm	5.80	6.05	6.06	6.00
Altura (h)	cm	14.25	14.15	14.55	14.42
Volumen Verde	cm3	469.11	435.11	401.77	374.91

Masa de la muestra seca (en estufa a 105°C+ 5°C)	gr.	235.00	249.90	209.70	213.50
DENSIDAD BÁSICA	gr/cm ³	0.50	0.57	0.52	0.57
DENSIDAD BÁSICA PROMEDIO	gr/cm³	0.54			

En segundo lugar, se determinó las propiedades mecánicas de las tiras de bambú, se realizó, los siguientes ensayos en laboratorio según las normas peruanas:

Se realizó la Resistencia a la compresión paralela a la fibra del bambú (NTP 251.014), el procedimiento a seguir fue:

- Se prepararon seis muestras de bambú, cuya altura fue de aprox. 150 mm.
- Luego, se procedió a tomar lectura de los diámetros interior y exterior de la muestra de bambú, así mismo la altura, para luego colocar el promedio de cada lectura en los protocolos elaborados para este tipo de ensayo.
- Posterior a ellos, se procedió a colocar en la prensa hidráulica la muestra de bambú, verificando el paralelismo de las caras que van a hacer comprimidas.
- Seguidamente, se procedió a tomar datos de la carga y deformación longitudinal en la máquina de compresión.
- Por último, se procesaron los datos obtenidos en el Excel para determinar su Esfuerzo a compresión, deformación unitaria y módulo de elasticidad de cada probeta de bambú, donde se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$e = De - Di$$

Ecuación 5: Espesor de la muestra de bambú

Donde:

- (e) espesor de la muestra de bambú (cm)
- (De) Diámetro externo (cm)
- (Di) Diámetro interno (cm)

$$A_h = \frac{\pi}{4}(De^2 - (De - 2e)^2)$$

Ecuación 6: Área hueca de la muestra del bambú

Donde:

- (**A_h**) Área hueca de la muestra del bambú (cm²)
- (**De**) Diámetro externo (cm)
- (**e**) Espesor de la muestra del bambú (cm)

$$\delta = \frac{F}{A_h}$$

Ecuación 7: Esfuerzo a la compresión

Donde:

- (**δ**) Esfuerzo a la compresión (kg/cm²)
- (**A_h**) Área hueca de la muestra del bambú (cm²)

$$\varepsilon_\mu = \frac{\Delta_\mu}{h}$$

Ecuación 8: Modulo de elasticidad

Donde:

- (**Δ_μ**) Módulo de elasticidad (mm/mm)
- (**h**) Altura de la muestra del bambú (mm)

Tabla 6:

Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-01

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	ε _μ
1	0	0.00	0.00	0
2	500	0.80	11.89	0.005226
3	1000	0.90	23.79	0.005876
4	1500	1.03	35.68	0.006695
5	2000	1.10	47.58	0.00715
6	2500	1.14	59.47	0.00741
7	3000	1.24	71.37	0.00806
8	3500	1.32	83.26	0.00858
9	4000	1.40	95.16	0.0091
10	4500	1.48	107.05	0.00962
11	5000	1.56	118.94	0.01014
12	5500	1.63	130.84	0.010595
13	6000	1.73	142.73	0.011245

14	6500	1.81	154.63	0.011765
15	7000	1.90	166.52	0.01235
16	7500	1.99	178.42	0.012935
17	8000	2.07	190.31	0.013455
18	8500	2.15	202.21	0.013975
19	9000	2.22	214.10	0.01443
20	9500	2.31	225.99	0.015015
21	10000	2.41	237.89	0.015665
22	10500	2.51	249.78	0.016315
C.u:	11000	2.87	261.68	0.018655

En la tabla 6, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-01 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 11000 kg, con una deformación unitaria de 0.0186.

Figura 3:

Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-01

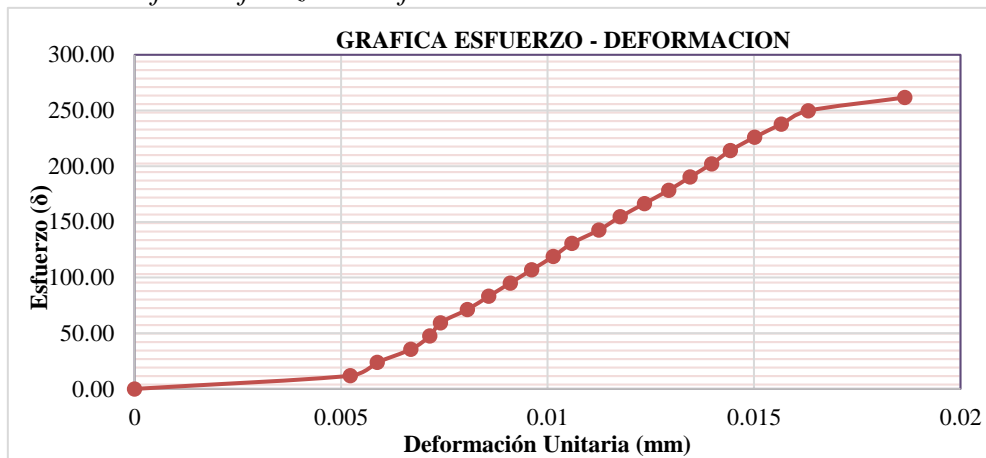


Tabla 7:
Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-02

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	εμ
1	0	0.00	0.00	0
2	500	0.00	10.68	0
3	1000	0.01	21.36	0.000065
4	1500	0.06	32.03	0.000389
5	2000	0.14	42.71	0.000907
6	2500	0.18	53.39	0.001166

7	3000	0.28	64.07	0.001814
8	3500	0.35	74.75	0.002268
9	4000	0.43	85.43	0.002786
10	4500	0.59	96.10	0.003823
11	5000	0.66	106.78	0.004277
12	5500	0.74	117.46	0.004795
13	6000	0.90	128.14	0.005832
14	6500	1.08	138.82	0.006999
15	7000	1.28	149.49	0.008295
16	7500	1.48	160.17	0.009621
17	8000	1.69	170.85	0.010948
18	8500	1.89	181.53	0.012274
19	9000	2.10	192.21	0.0136
20	9500	2.30	202.89	0.014927
21	10000	2.51	213.56	0.016253
22	10500	2.71	224.24	0.01758
23	11000	2.92	234.92	0.018906
C.u:	11348	3.06	242.35	0.019829

En la tabla 7, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-02 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 11348 kg, con una deformación unitaria de 0.019829.

Figura 4:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-02

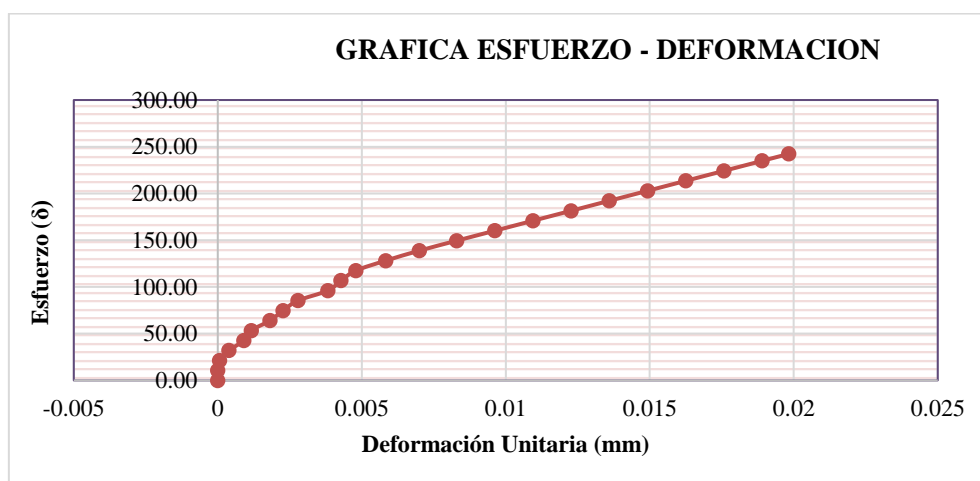


Tabla 8:

Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-03

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0
2	500	1.10	9.65	0.007128
3	1000	1.41	19.31	0.009137
4	1500	1.54	28.96	0.009979
5	2000	1.63	38.61	0.010563
6	2500	1.66	48.26	0.010757
7	3000	1.70	57.92	0.011016
8	3500	1.75	67.57	0.01134
9	4000	1.80	77.22	0.011664
10	4500	1.87	86.87	0.012118
11	5000	1.92	96.53	0.012442
12	5500	1.96	106.18	0.012701
13	6000	2.03	115.83	0.013155
14	6500	2.07	125.49	0.013414
15	7000	2.14	135.14	0.013868
16	7500	2.20	144.79	0.014256
17	8000	2.26	154.44	0.014645
18	8500	2.32	164.10	0.015034
19	9000	2.38	173.75	0.015423
20	9500	2.46	183.40	0.015915
21	10000	2.62	193.06	0.016978
22	10500	2.95	202.71	0.019117
23	11000	3.35	212.36	0.021709
24	11500	3.75	222.01	0.024301
25	12000	4.15	231.67	0.026893
26	12500	4.44	241.32	0.028803
C.u:	12967	4.72	250.34	0.030586

En la tabla 8, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-03 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 12967 kg, con una deformación unitaria de 0.0305.

Figura 5:

Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-03

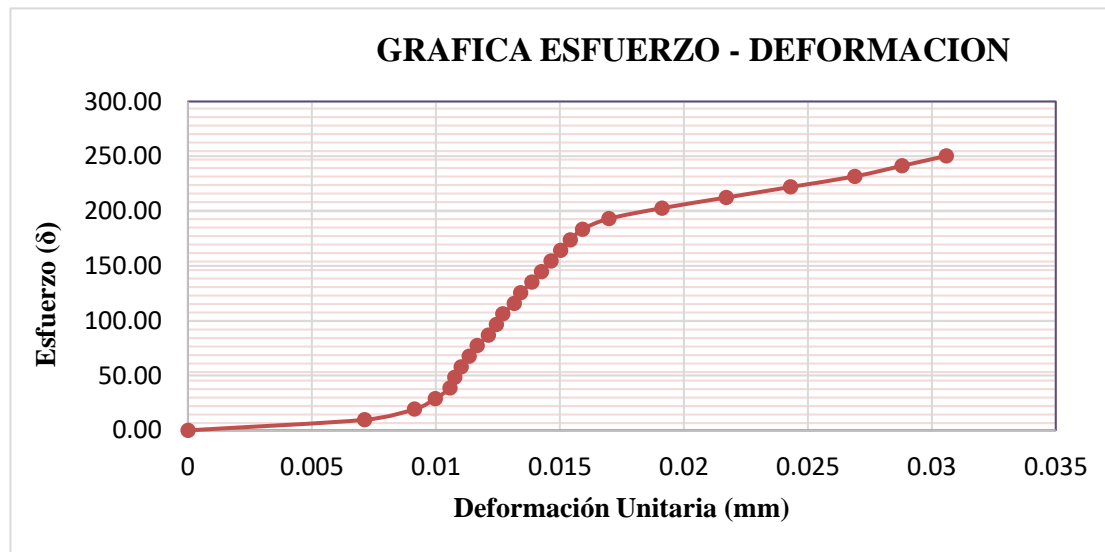


Tabla 9:

Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-04

Nº	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0	0	0
2	500	0.4	9.8	0.002572
3	1000	0.7	19.59	0.004502
4	1500	0.75	29.39	0.004823
5	2000	0.82	39.18	0.005273
6	2500	0.87	48.98	0.005595
7	3000	0.93	58.77	0.005981
8	3500	0.97	68.57	0.006238
9	4000	1.05	78.36	0.006752
10	4500	1.11	88.16	0.007138
11	5000	1.19	97.95	0.007653
12	5500	1.25	107.75	0.008039
13	6000	1.34	117.54	0.008617
14	6500	1.40	127.34	0.008971
15	7000	1.45	137.13	0.009325
16	7500	1.64	146.93	0.010514
17	8000	1.82	156.72	0.011704
18	8500	2.32	166.52	0.014914
19	9000	2.82	176.31	0.018124

20	9500	3.32	186.11	0.021334
21	10000	3.82	195.9	0.024544
22	10384	4.20	203.43	0.02701

En la tabla 9, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-04 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 10384 kg, con una deformación unitaria de 0.02701.

Figura 6:

Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-04

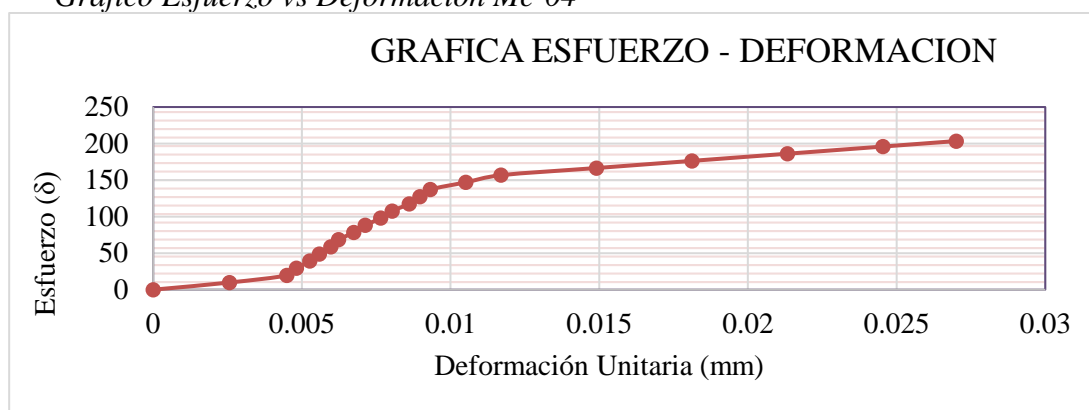


Tabla 10:

Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-05

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0	0	0
2	500	0.08	10.07	0.000523
3	1000	0.2	20.15	0.001308
4	1500	0.32	30.22	0.002093
5	2000	0.45	40.29	0.002943
6	2500	0.55	50.37	0.003597
7	3000	0.62	60.44	0.004055
8	3500	0.72	70.51	0.004709
9	4000	0.81	80.59	0.005298
10	4500	0.92	90.66	0.006017
11	5000	0.99	100.73	0.006475
12	5500	1.08	110.8	0.007063
13	6000	1.17	120.88	0.007652
14	6500	1.23	130.95	0.008044
15	7000	1.4	141.02	0.009156
16	7500	1.51	151.1	0.009876
17	8000	1.57	161.17	0.010268
18	8500	1.64	171.24	0.010726
19	9000	1.75	181.32	0.011445
20	9430	2.05	189.98	0.013407

En la tabla 10, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-05 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 9430 kg, con una deformación unitaria de 0.0134.

Figura 7:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-05

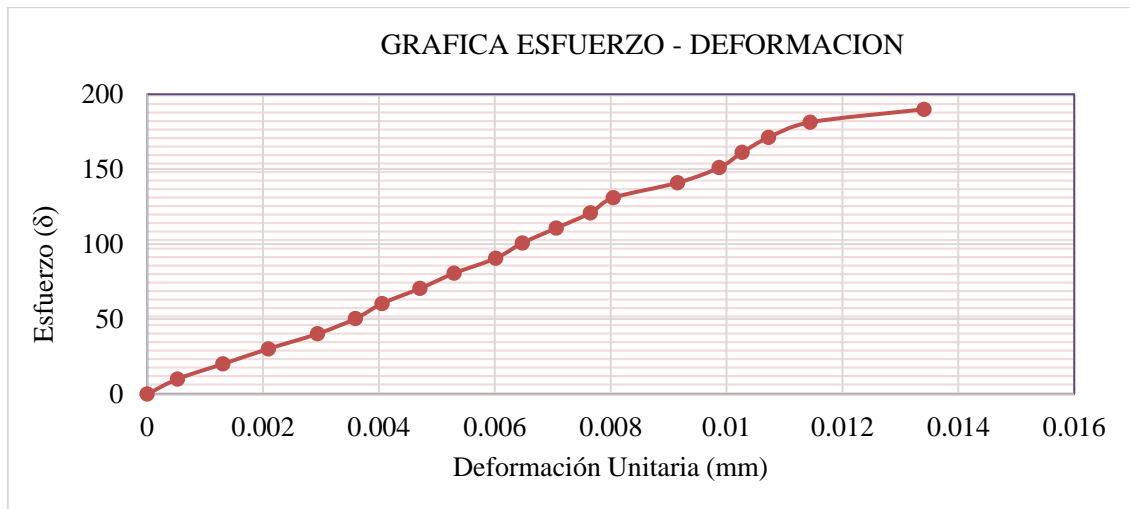


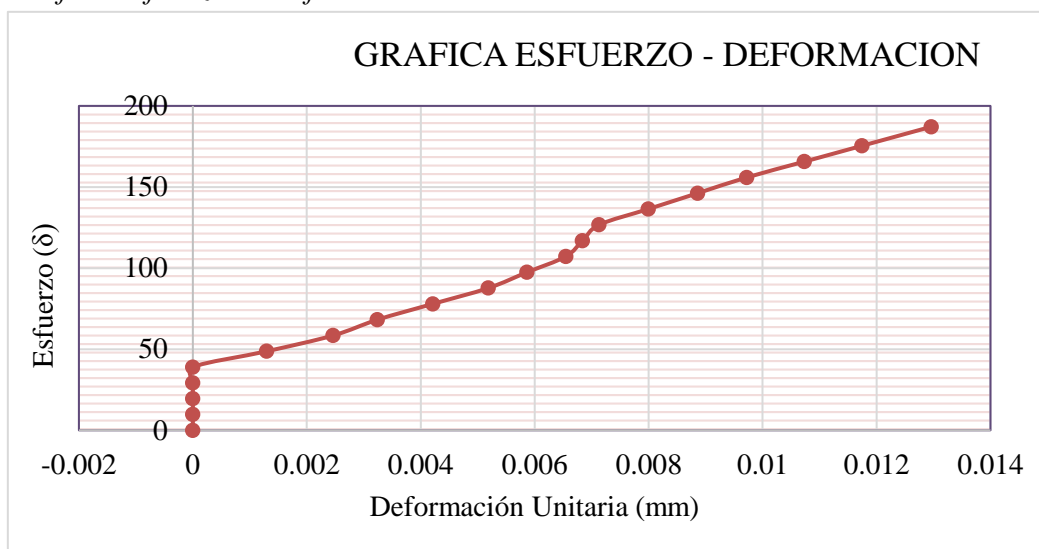
Tabla 11:
Resistencia a la compresión paralela a la fibra Mc-06

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0	0	0
2	500	0	9.74	0
3	1000	0	19.49	0
4	1500	0	29.23	0
5	2000	0	38.97	0
6	2500	0.2	48.72	0.001296
7	3000	0.38	58.46	0.002463
8	3500	0.5	68.21	0.003241
9	4000	0.65	77.95	0.004213
10	4500	0.8	87.69	0.005186
11	5000	0.91	97.44	0.005866
12	5500	1.01	107.18	0.006547
13	6000	1.06	116.92	0.006839
14	6500	1.10	126.67	0.00713
15	7000	1.23	136.41	0.007995
16	7500	1.37	146.16	0.008859

17	8000	1.5	155.9	0.009723
18	8500	1.66	165.64	0.010734
19	9000	1.81	175.39	0.011744
20	9604	2.00	187.16	0.012964

En la tabla 11, nos presenta los datos obtenidos de muestra MC-06 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la compresión paralela a la fibra, dando como Carga Ultima de 9604 kg, con una deformación unitaria de 0.01296.

Figura 8:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mc-06



El

siguiente ensayo se realizó la Resistencia a la Flexión (Norma E.100). Para este ensayo se prepararon 5 muestras de bambú, según los requerimientos solicitados por parte del laboratorio de la universidad.

- Primeramente, se procedió a medir los diámetros externos e internos de cada muestra, así mismo se midió la longitud.
- En consecuencia, se procedió a la colocación de cada muestra en la máquina universal, verificando que se coloque la carga externa en la parte central y perpendicular a la fibra de la muestra de bambú.

- Así mismo, se procedió a la toma de datos de las cargas aplicadas y su deflexión de cada muestra de bambú.
- Por último, se procesaron los datos en Excel para determinar la fuerza y la deflexión y su diagrama Fuerza vs deflexión, para lo cual se utilizó las siguientes fórmulas.

$$\delta = \frac{M}{S}$$

Ecuación 9: Esfuerzo a la flexión

Donde:

- (δ) Esfuerzo a la flexión (Kg/cm²)
- (**M**) Momento actuante sobre el elemento (kg.cm)
- (**S**) Modulo de la sección (cm³)

$$M = \frac{FL}{4}$$

Ecuación 10: Momento actuante sobre el elemento

Donde:

- (**M**) Momento actuante sobre el elemento (kg.cm)
- (**F**) Carga aplicada sobre elemento (kg)
- (**L**) Espacio libre entre apoyos (cm)

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

Ecuación 11: Modulo de la sección

Donde:

- (**D_e**) Diámetro exterior (cm)
- (**t**) Espesor (cm)

Tabla 12:

Resistencia a la flexión Mf-01

Nº	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0
2	50	0.50	17.71	0.00069
3	100	1.10	35.42	0.00152
4	150	5.30	53.14	0.00731

5	200	7.00	70.85	0.00966
6	250	7.50	88.56	0.01034
7	300	11.50	106.27	0.01586
8	350	12.50	123.98	0.01724
9	400	14.00	141.69	0.01931
10	450	15.00	159.41	0.02069
11	500	17.00	177.12	0.02345
12	550	20.00	194.83	0.02759
13	600	21.50	212.54	0.02966
14	650	26.00	230.25	0.03586
15	700	35.50	247.97	0.04897
16	750	46.00	265.68	0.06345
17	800	61.50	283.39	0.08483
C.u:	850	70.00	301.10	0.09655

En la tabla 12, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-01 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 850 kg, generando una deflexión de 0.096 mm.

Figura 9

Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-01

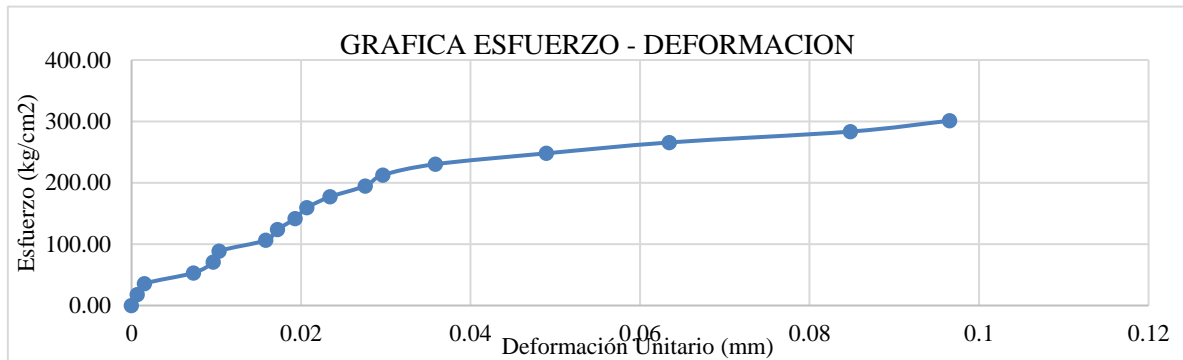


Tabla 13:

Resistencia a la flexión Mf-02

N°	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0.0000
2	50	0.76	12.88	0.0011
3	100	1.53	25.76	0.0021

4	150	2.29	38.63	0.0032
5	200	3.05	51.51	0.0042
6	250	3.81	64.39	0.0053
7	300	4.58	77.27	0.0063
8	350	5.34	90.15	0.0074
9	400	6.10	103.03	0.0084
10	450	8.00	115.90	0.0110
11	500	9.50	128.78	0.0131
12	550	10.00	141.66	0.0138
13	600	11.50	154.54	0.0159
14	650	13.10	167.42	0.0181
15	700	14.50	180.29	0.0200
16	750	16.50	193.17	0.0228
17	800	18.50	206.05	0.0255
18	850	20.32	218.93	0.0281
C.u:	910	22.5	234.38	0.0311

En la tabla 13, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-02 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 910 kg, generando una deflexión de 0.0311 mm.

Figura 10:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-02

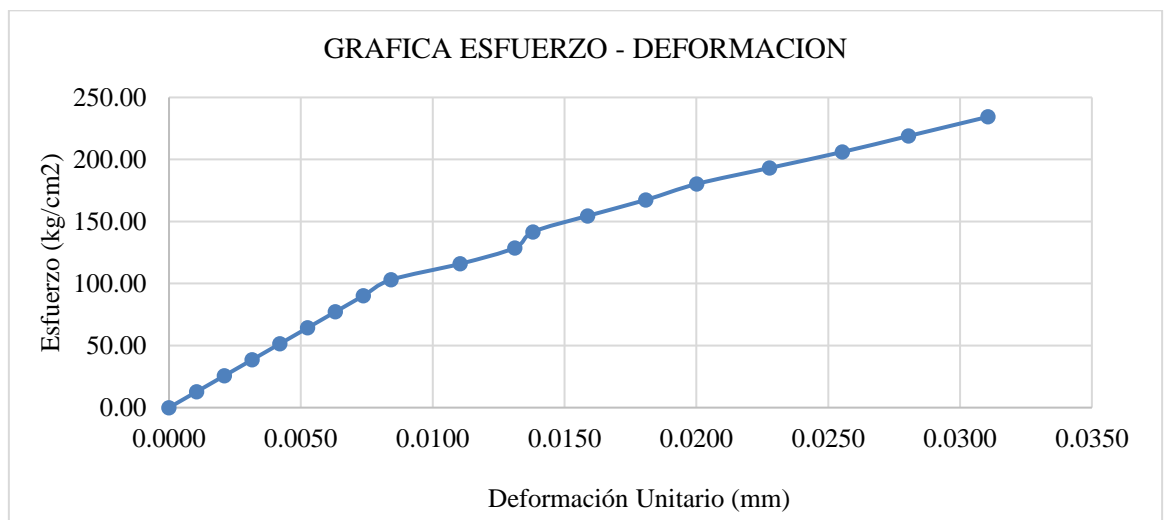


Tabla 14:
Resistencia a la flexión Mf-03

Nº	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0.0000

2	50	1.00	13.13	0.0014
3	100	2.00	26.25	0.0028
4	150	3.10	39.38	0.0043
5	200	5.00	52.51	0.0069
6	250	10.00	65.63	0.0139
7	300	14.00	78.76	0.0194
8	350	16.00	91.89	0.0222
9	400	17.00	105.02	0.0236
10	450	18.00	118.14	0.0249
11	500	19.00	131.27	0.0263
12	550	20.50	144.40	0.0284
13	600	22.00	157.52	0.0305
14	650	23.00	170.65	0.0319
15	700	24.00	183.78	0.0333
16	750	27.50	196.90	0.0381
17	800	32.50	210.03	0.0450
C.u:	866	38.70	227.36	0.0536

En la tabla 14, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-03 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 866 kg, generando una deflexión de 0.0536 mm.

Figura 11:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-03

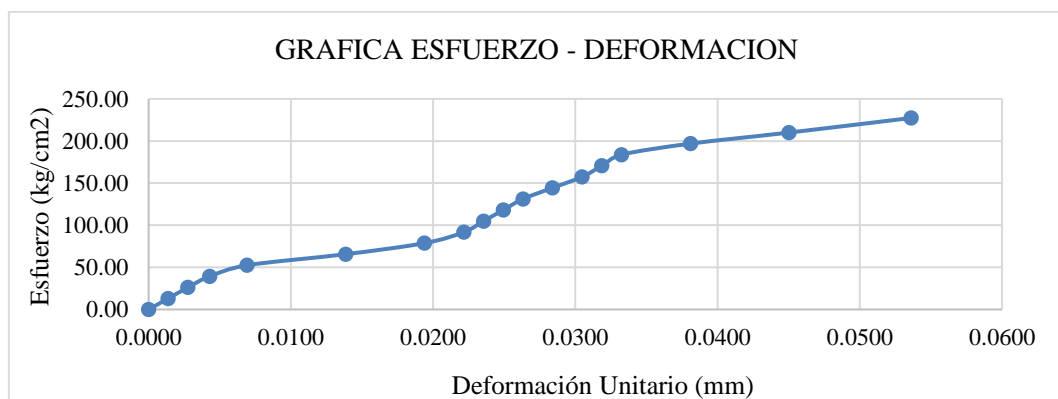


Tabla 15
Resistencia a la flexión Mf-04

N°	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0.0000
2	50	1.25	21.31	0.0017
3	100	2.50	42.63	0.0035
4	150	4.50	63.94	0.0063
5	200	6.50	85.26	0.0091
6	250	7.75	106.57	0.0108
7	300	9.00	127.89	0.0126
8	350	10.50	149.20	0.0147
9	400	12.00	170.52	0.0168
10	450	13.00	191.83	0.0182
11	500	14.01	213.15	0.0196
12	550	15.01	234.46	0.0210
13	600	16.02	255.78	0.0224
C.u	649	17.00	276.66	0.0238

En la tabla 15j, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-04 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 649 kg, generando una deflexión de 0.0238 mm.

Figura 12:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-04

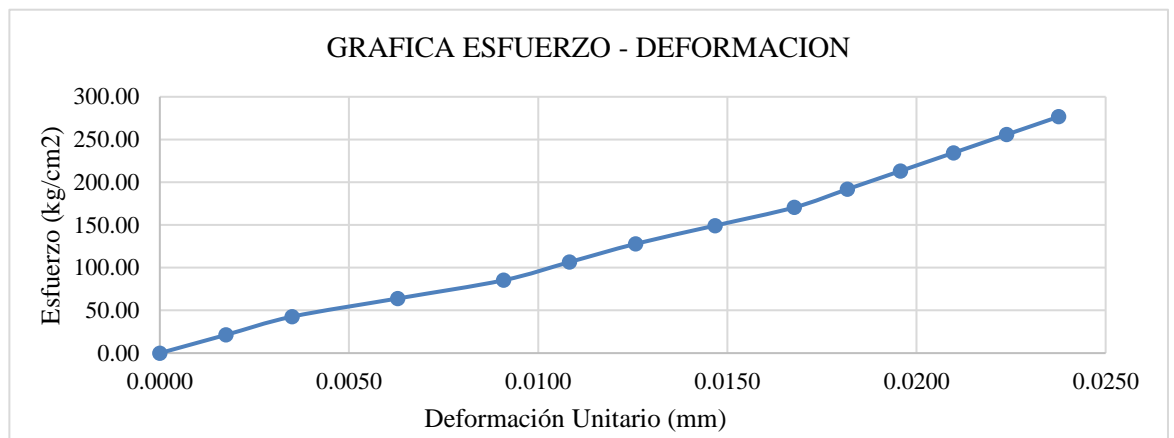


Tabla 16:
Resistencia a la flexión Mf-05

N°	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\xi\mu$
1	0	0.00	0.00	0.0000
2	50	1.00	19.47	0.0014
3	100	1.50	38.95	0.0021
4	150	2.00	58.42	0.0028
5	200	2.50	77.90	0.0035
6	250	3.00	97.37	0.0042
7	300	3.50	116.84	0.0049
8	350	4.00	136.32	0.0056
9	400	5.00	155.79	0.0070
10	450	5.50	175.27	0.0077
11	500	6.50	194.74	0.0091
12	550	8.00	214.21	0.0112
13	600	10.00	233.69	0.0140
14	650	11.50	253.16	0.0161
15	700	12.00	272.64	0.0168
16	750	13.00	292.11	0.0182
17	800	14.50	311.58	0.0203
18	850	16.00	331.06	0.0224
19	900	18.00	350.53	0.0252
20	950	21.50	370.01	0.0300
C.u:	996	25.00	387.92	0.0349

En la tabla 17, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-05 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 996 kg, generando una deflexión de 0.0349 mm.

Figura 13:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-05

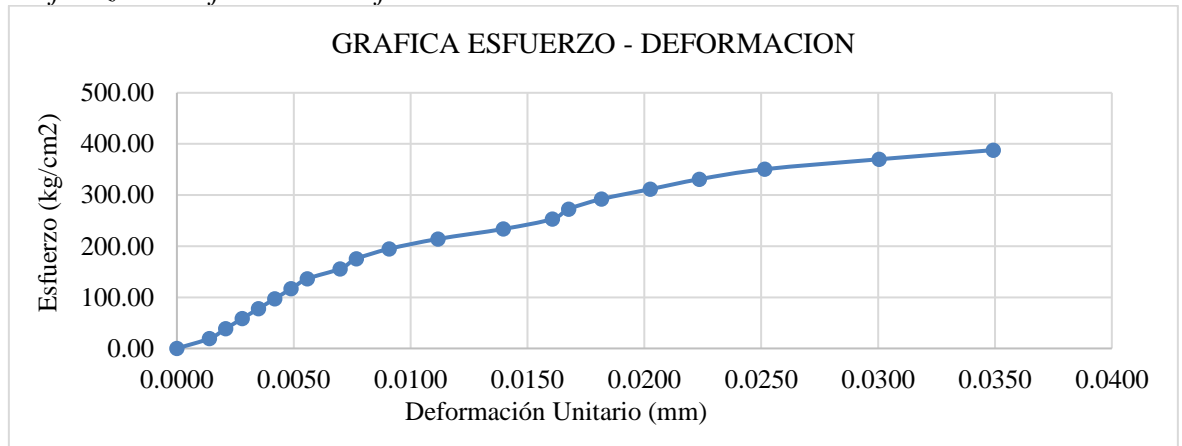
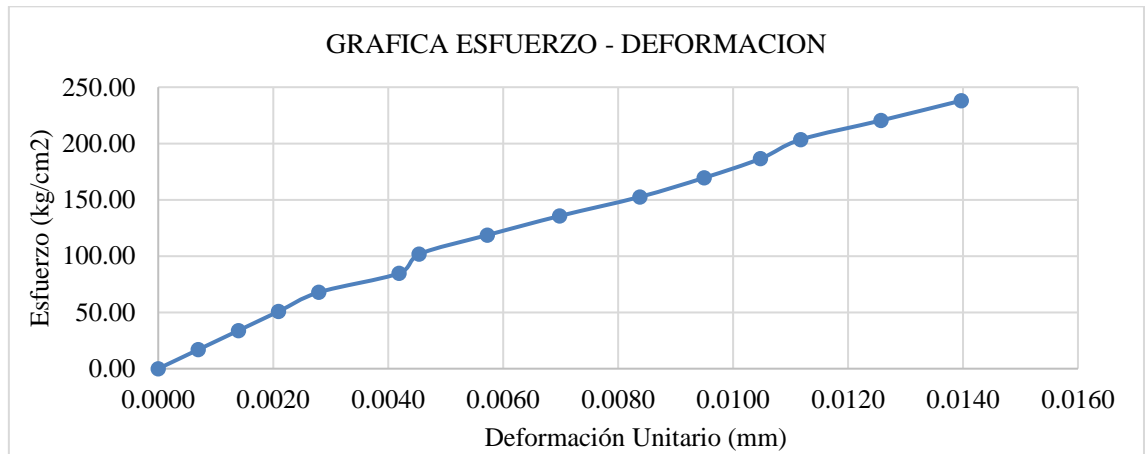


Tabla 17:
Resistencia a la flexión Mf-06

N°	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (δ)	$\epsilon\mu$
1	0	0.00	0.00	0.0000
2	50	0.50	16.96	0.0007
3	100	1.00	33.92	0.0014
4	150	1.50	50.87	0.0021
5	200	2.00	67.83	0.0028
6	250	3.00	84.79	0.0042
7	300	3.25	101.75	0.0045
8	350	4.10	118.70	0.0057
9	400	5.00	135.66	0.0070
10	450	6.00	152.62	0.0084
11	500	6.80	169.58	0.0095
12	550	7.50	186.54	0.0105
13	600	8.00	203.49	0.0112
14	650	9.00	220.45	0.0126
15	702	10.00	238.09	0.0140

En la tabla 18, nos presenta los datos obtenidos de muestra MF-06 de bambú con respecto al ensayo de resistencia a la flexión, dando como resultado una carga final de 702 kg, generando una deflexión de 0.0140 mm.

Figura 14:
Gráfico Esfuerzo vs Deformación Mf-06



En tercer lugar, se realizó los Estudios de las propiedades de los agregados finos y gruesos para la elaboración del concreto. La importancia del agregado en el sector construcción es fundamental, por ello se realizaron ensayos previos al agregado para determinar sus propiedades físico – mecánicas del agregado extraído de la cantera Aguilar, ubicada en le Baños del Inca, provincia de Cajamarca, para el diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm². Para un mejor estudio de los agregados se realizó una cuarteada de ambos agregados.

Como primer ensayo, se realizó el Contenido de humedad de los agregados fino y gruesos (NTP 400.010), este tipo de ensayo nos ayuda a determinar la cantidad de agua que puede tener ambos agregados. Según lo estipulado en la NTP 400.010, la masa mínima de muestra debe ser de acuerdo a Tamaño Máximo Nominal (TMN) de cada agregado.

$$\%Humedad = \frac{P_{natural} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$$

Donde:

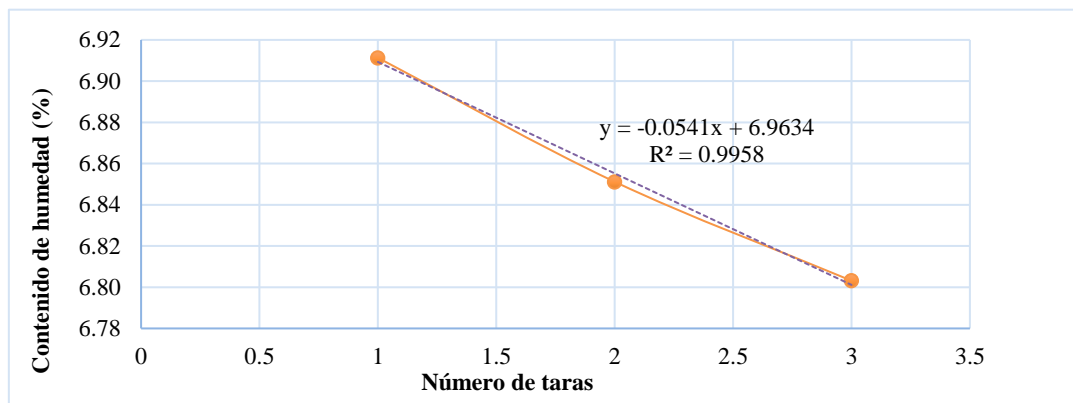
Ecuación 12: Contenido de humedad

- **(% humedad)** Contenido de humedad
- **(P_{natural})** Peso de material natural
- **(P_{seco})** Peso del material seco

Tabla 18:
Contenido de Humedad del agregado fino

DESCRIPCIÓN	Und.	TARAS		
		1	2	3
Peso del material natural	gr.	399.1	397.7	485.1
Peso de la tara	gr.	36.2	36.2	36.7
Tara + material seco	gr.	409.50	408.40	490.90
Peso del material seco	gr	373.30	372.20	454.20
Contenido de humedad	%	6.91	6.85	6.80
PROMEDIO	%	6.86		

Figura 15:
Coficiente de Seguridad para el contenido de humedad del agregado fino.



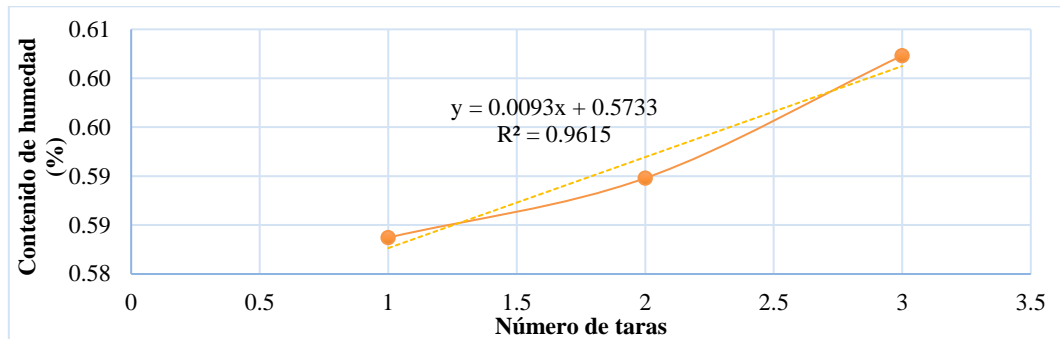
De acuerdo a la tabla 19, el contenido de humedad promedio del agregado fino es de 6.86%, con un factor de seguridad de 99.58% según la figura 16.

Tabla 19:
Contenido de Humedad del agregado grueso

DESCRIPCIÓN	Und.	TARAS		
		1	2	3
Peso del material natural	gr.	654.8	682.2	668.1
Peso de la tara	gr.	77.1	68.2	66.6
Tara + material seco	gr.	728.10	746.40	730.70
Peso del material seco	gr	651.00	678.20	664.10
Contenido de humedad	%	0.58	0.59	0.60
PROMEDIO	%	0.59		

Figura 16:

Coefficiente de Seguridad para el contenido de humedad del agregado grueso.



De acuerdo a la tabla 20, el contenido de humedad promedio del agregado grueso es de 0.59%, con un factor de seguridad de 96.15% según la figura 17.

Como segundo ensayo, se realizó el Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E204 /ASTMC136 / NTP 400.012), este ensayo nos permite clasificar el tipo de agregado en estudio y nos ayuda a determinar si son adecuados para un uso específico.

Para la realización del presente ensayo, se determinó la cantidad de muestra a tamizar en este caso por le TMN del agregado grueso, fue de ¾” dando como masa mínima 5 kg.

El tercer ensayo de realizó el Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E204 /ASTMC136 / NTP 400.012), para el presente ensayo se ocupó una masa inicial de 1500 gr, que se pasó por cada tamiz enunciada en el protocolo asignado.

El cuarto ensayo fue Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 por lavado (MTC E202 / ASTM C117 / NTP 400.018), según el segundo ensayo realizado en esta investigación nos arrojó que TMN del agregado fino fue de 4.75mm. (N°04), para ello se estipula en la norma que la masa inicial de la muestra debe ser 200 gr, verificando este procedimiento, se pasó a realizar los siguientes pasos:

Primeramente, se procedió a pesar la masa inicial indicada de 200 gr.

Luego se procedió a colocar la masa inicial en el tamiz N° 200, para realizar el procedimiento de lavado con agua a chorro, hasta verificar que el agua de lavado sea clara.

Seguidamente el material retenido en el tamiz N° 200 se coloca en un recipiente para ser llevado al horno por 24 horas y pesar la masa final.

Seguidamente el quinto ensayo se elaboró Gravedad específica y absorción de los agregados finos (MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022)

Primeramente, para realizar el presente ensayo, se pesa una masa inicial de 2 kg y seguido se cubre con agua durante 24 horas.

Transcurrido el tiempo, se decanta el agua evitando perdidas de finos, para posteriormente extender el agregado en una bandeja plana para luego ser secado con una secadora.

Posteriormente, el agregado parcialmente seco se rellena en el molde cónico y dando 25 golpes con la varilla hasta cubrir por completo el molde, luego se extrae verticalmente verificando que el material no quede compactado.

Después se pesa 500 gr de material parcialmente seco, se introduce a la fiola previamente pesada, se llena parcialmente con agua el frasco, se procede a agitarse el frasco por un promedio de 15 a 20 min aprox., para eliminar los vacíos existentes.

Luego de eliminar los vacíos, se procede a llenar la fiola hasta la marca existente en dicho frasco, se procede a determinar el peso total de la fiola, muestra y agua.

Seguidamente se decanta el agua evitando la pérdida de finos, la muestra se coloca en un recipiente para ser llevado al horno por 24 horas, luego de este tiempo se pesa la muestra y se procede a los cálculos.

Tabla 20:
Gravedad específica y absorción finos

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	194.50	194.60	194.60	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr.	709.30	669.90	644.30	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	831.10	792.10	766.20	N.A
S	Peso de la muestra saturada superficie seca	gr.	200	200	200	N.A
E	Peso específico aparente (seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.49	2.50	2.49	2.49
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.56	2.57	2.56	2.56
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.68	2.69	2.68	2.68
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	2.83	2.77	2.77	2.79

Como quinto ensayo, se realizó la Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos (MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021)

Para la realización de este ensayo, se tuvo que zarandear por el tamiz N° 4 y lavar para eliminar impurezas y polvo, luego fue colocada en el horno por 24 horas.

Seguidamente se colocó el material en un recipiente cubriendo con agua por 24 horas.

Posterior a ello se extrajo el material en una bandeja plana cubierta con un paño absorbente, para desaparecer la película de agua visible en el agregado grueso.

Luego de haber secado parcialmente el agregado, se pesa en una balanza determinado su peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca.

Seguidamente, se procede a colocar la muestra en una canastilla para sumergirla en agua y ser pesada determinando el peso sumergido en agua de la muestra saturada.

Finalmente se recolecta los datos en los protocolos asignado y para ser procesados en el Excel.

Tabla 21:
Gravedad específica y absorción gruesos.

DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1189.7	1037.6	1108.9	N.A
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	1204.1	1049.4	1120.4	N.A
Peso sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	742.50	647.40	691.20	N.A
PESO ESPECIFICO APARENTE SECO	gr/cm ³	2.58	2.58	2.58	2.58
PESO ESPECIFICO APARENTE SSS	gr/cm ³	2.61	2.61	2.61	2.61
PESO ESPECIFICO NOMINAL	gr/cm ³	2.66	2.66	2.65	2.66

Por último, se realizó el ensayo de Peso unitario de los agregados (MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017). Para la realización del peso unitario suelto se debe realizar los siguiente:

Primeramente, se pesa el molde vacío, luego se llena el molde hasta cubrir el 100% del molde con el agregado fino, luego se procede a enrazar con una varilla para eliminar el exceso de material.

Se procede a pesar el molde con el agregado final determinando su peso final.

Seguidamente se determina el peso unitario compactado con agregado fino, para ellos se llena el molde en tres capas iguales con 25 golpes por cada capa, se enraza con una varilla eliminando el exceso de material, se procede a pesar y calcula con los datos obtenidos.

El mismo procedimiento se realiza para el agregado grueso.

Tabla 22:
Peso unitario y absorción agregado fino

DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde + AF Compactado	kg.	19.82	19.42	19.52	N.A
Peso del molde	kg.	4.78	4.78	4.78	N.A
Peso del AF Compactado C = A-B	kg.	15.04	14.64	14.74	N.A
PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1617.20	1574.19	1584.95	1592.11
Peso del molde + AF Suelto	kg	17.52	17.42	17.82	N.A
Peso del AF suelto, F= E - B	kg	12.74	12.64	13.04	N.A
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1369.89	1359.14	1402.15	1377.06

Tabla 23:
Peso unitario y absorción agregado grueso

DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde + AG Compactado	kg.	20.72	20.78	20.62	N.A
Peso del molde	kg.	4.78	4.78	4.78	N.A
Peso del AF Compactado C = A-B	kg.	15.94	16.00	15.84	N.A
PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1713.98	1720.43	1703.23	1712.54
Peso del molde + AG Suelto	kg	19.58	19.72	19.70	N.A
Peso del AF suelto, F= E - B	kg	14.80	14.94	14.92	N.A
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1591.40	1606.45	1604.30	1600.72

Posterior a realizar los ensayos respectivos se procedió al Diseño de mezclas de concreto por el método ACI, con los datos obtenidos en cada ensayo, determinando las proporciones óptimas de los materiales para un buen concreto. Ver anexo 04

Por otro lado, se elaboró la estructura de varillas de bambú y acero tanto para las muestras cilíndricas y las muestra para vigas de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 24:

Resumen de material de armado para concreto

MATERIAL	ELEMENTO	N° DE VECES POR PROBETA	DIMENSIONES		ENSAYOS
			Diámetro (pulg)	Longitud (cm)	
Bambú	Pieza	1	Diámetro de bambú	25.00	Compresión
Acero	Varilla Principal	4	1/2	25.00	
	Estribo	3	1/4	40.00	
Bambú	Tira Principal	4	1/2	55.00	Flexión
	Estribo	5	1/4	40.00	
Acero	Varilla Principal	4	1/2	55.00	
	Estribo	4	1/4	40.00	

Para mejorar la adherencia del bambú con el concreto se realizó el recubrimiento del bambú con el alambre N°16 de construcción.

Al culminar todos los ensayos respectivos tanto al bambú como a los agregados fino y grueso para la elaboración del concreto según los requerimientos necesarios para la presente

investigación en cuarto lugar se procedió a elaborar las probetas de concreto armado según lo detallado en la tabla 25, donde se llevo acabo de la siguiente manera.

- Primeramente, se obtuvo la aprobación del diseño de mezclas, para luego realizar las probetas de concreto armado patrón (concreto armado con acero), y al mismo tiempo las probetas de concreto armado con bambú ver **Anexo 10**.
- Los moldes utilizados fueron de dos tipos: para compresión fueron cilíndricas de 15cm x 30cm y para vigas fueron cubicas de 15cm x 15 cm x 60 cm.
- Verificación del concreto fresco, mediante el cono de Abrams.
- Elaboración de probetas cilíndricas se colocó primero una capa de 2.5 cm de altura de concreto $f'c$: 210 kg/cm² para luego colocar la armadura de bambú completamente relleno de concreto su interior, luego se siguió llenando normalmente y chuseando según norma, de la misma manera se realizó las las probetas cilíndricas de concreto armado patrón.
- Elaboración de probetas para vigas, se colocó primeramente una capa de 2.5 cm de altura concreto $f'c$: 210 kg/cm² luego se procedió a colocar el armado de bambú con estribos de acero, luego se procedió a seguir llenando la probeta para viga según norma, de la misma manera se procedió la elaboración de las probetas para vigas de concreto armado patrón.
- El curado se realizó para las probetas cilíndricas a las 24 horas pasadas el llenado de las mismas, sumergidas en un tanque con agua por un tiempo de 7, 14 y 28 días.
- El curado de las probetas para vigas según NTP 339.033 (2015) “se desencofra a las 48 hora pasadas el llenado de las misma, sumergirlas en un recipiente con

agua donde se colocó longitudinalmente para su curado por los siguientes días 7, 14 y 28 días”.

En quinto lugar, se realizó los ensayos de Resistencia a compresión de testigos cilíndricos (MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034).

- El presente ensayo nos ayuda a determinar su resistencia a compresión del concreto reforzado una pieza de bambú, cuya medida fueron de 26 cm de altura y 10 a 12 cm de diámetro exterior. Para la realización del presente ensayo de llevo una de procedimientos.
- En primer lugar, se retiró las muestras del curado de acuerdo a la edad a ensayar (7, 14 y 28 días), para posteriormente secar y tomar medidas de las áreas (diámetro y altura).
- En segundo lugar, se colocó el testigo en la maquina de compresión para la aplicación de cargas axiales, la manipulación de la maquina esta realizada por un especialista.
- En tercer lugar, se toma datos del manómetro de acuerdo a la carga que se va aplicando, y visualizando el tipo de falla que se origina en la probeta, para luego, registrar la carga máxima soportada por la probeta durante el ensayo.
- Finalmente, con los valores obtenidos se calcula su resistencia a la compresión.

En sexto lugar se realizó la Resistencia a la flexión de concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. (NTP 339.079)

- El presente ensayo nos ayuda a determinar la resistencia a la flexión de concreto en una viga simplemente apoyada aplicando la carga en el centro del tramo, la viga

está conformado por tiras de bambú cuyas medidas fueron de 56 cm de longitud y ½” de espesor. Para la realización del presente ensayo de llevo una de procedimientos.

- En primer lugar, se retiró las muestras del curado de acuerdo a la edad a ensayar (7, 14 y 28 días), para posteriormente secar y tomar medidas de las áreas (base, altura y longitud).
- En segundo lugar, se colocó el testigo en la máquina universal para la aplicación de cargas axiales, la manipulación de la maquina esta realizada por un especialista.
- En tercer lugar, se toma datos de la deflexión de acuerdo a la carga que se va aplicando, y visualizando el tipo de falla que se origina en la probeta, para luego, registrar la carga máxima soportada por la probeta durante el ensayo.
- Finalmente, con los valores obtenidos se calcula su resistencia a la flexión.

En séptimo lugar se realizó el Diseño y modelado de la vivienda unifamiliar, de la cual, se tomó como referencia a una edificación a nivel de proyecto de una vivienda unifamiliar de 2 niveles y una azotea, la cual se ubicó en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. La vivienda estuvo conformada, en el primer nivel por una sala, comedor, cocina, un baño, un dormitorio, un patio, el segundo nivel está diseñado con dos dormitorios, un hall y dos baños y la azotea está diseñada con un baño, lavandería y área de tendero. Seguidamente, se procedió a aplicar la ficha “**Ficha de recolección de parámetros sísmicos**”, donde se extrajo la zonificación sísmica (ubicación, región geográfica y factor de zona), lo tipos de sistemas estructurales para X-X y Y-Y (material predominate, sistema estructural y coeficiente de reducción sísmica), la categoría de la edificación (número de pisos, tipo de edificación, categoría y factor de uso), las condiciones del suelo (perfil de suelo, factor de suelo y periodos

TP y TL) y finalmente, los factores de las irregularidades en altura y planta. Para las condiciones de suelo, se obtuvieron de estudios realizados en la zona, ya que no se contó con el estudio de mecánicas de suelos.

Tabla 25:

Parámetros de sitio

Perfil de suelo	S2 (Suelo intermedio)
Descripción del perfil	Arena gruesa a media, suelo cohesivo.
V. Prom. Ond. de corte (Vs)	180 m/s - 500 m/s
Factor de suelo (S)	1.20
Periodo TP	0.60 seg
Periodo TL	2.00 seg

Tabla 26:

Parámetros sísmicos empleados en el modelamiento

		Dirección "X"	Dirección "Y"
Zonificación Sísmica	Ubicación	Cajamarca – Cajamarca - Cajamarca	
	Zonificación sísmica	Zona 3	Zona 3
	Factor de zona	Z = 0.35	Z = 0.35
Sistema Estructural	Material predominante	Concreto Armado	Albañilería confinada
	Sistema estructural	Pórticos de concreto armado	Albañilería
	Coefficiente de reducción sísmica	R = 6	R = 6
	Factor de irregularidad en altura	Ia = 1	Ia = 1
	Factor de irregularidad en planta	Ip = 1	Ip = 1

	N° de pisos	3	3
Categoría de la Edificación	Tipo de edificación	Comunes (C)	Comunes (C)
	Factor de uso	U = 1	U = 1
Condiciones de Suelo	Perfil de suelo	S2	S2
	Periodo TP	0.60 seg	0.60 seg
	Periodo TL	2.00 seg	2.00 seg
	Factor de suelo	S = 1.20	S = 1.20
	Altura total: h_n	8.00 m	8.00 m
Condiciones Sísmicas	Coficiente del periodo fundamental: C_T	60	60
	Periodo fundamental: T	0.06 seg	0.06 seg
	Factor de amplificación sísmica	C = 2.5	C = 2.5

Por otro lado, se detalló el **procedimiento de análisis de datos**, empezando por la parte más importante del desarrollo de la investigación, la cual es la obtención de datos de los ensayos de resistencia a compresión y la resistencia a la flexión de la viga.

En primer lugar, se determinó la resistencia a compresión de cinco muestras curadas a los siete días, (5 muestra piloto y 5 muestras de concreto reforzado con armado de bambú). De la misma manera, se determinó la resistencia a la flexión de cinco vigas cuyo tiempo de curado fue de siete días (5 muestra piloto y 5 muestras de concreto reforzado con armadura de bambú). Del mismo modo, se determinó la resistencia a compresión de las muestras cuyo curado fueron de catorce y veintiocho días (10 muestras piloto y 10 muestras de concreto reforzado con armado de bambú), así mismo se se determinó la resistencia a la flexión de vigas cuyo tiempo de curado fueron catorce y veintiocho días (10 muestra piloto y 10 muestras de concreto reforzado con armadura de bambú).

En segundo lugar, se realizó el modelamiento sísmico en el programa ETABS, en este programa se analizó el comportamiento sísmico estático y dinámico aplicando los dos tipos de estructuras empleadas para la vivienda unifamiliar. El primer modelamiento se realizó con una estructura de concreto armado convencional y el segundo modelamiento se realizó con una estructura de concreto reforzado con armadura de bambú.

Posteriormente al modelamiento, se emplearon hojas de Excel para el procesamiento de los datos obtenidos del Software ETABS, como fueron la obtención de los desplazamientos y derivadas máximas, el periodo fundamental de vibración, fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de cada modelado (concreto armado convencional y concretos reforzados con armado de bambú)

Finalmente, debe mencionarse que la presente investigación, consideramos las cualidades y la ética profesional, poniendo en práctica la responsabilidad y transparencia al momento de realizar cada ensayo, contando con la supervisión del Ingeniero a cargo del laboratorio, el cual certifica la calidad y credibilidad en los datos obtenidos, así mismo toda información plasmada de otros autores está debidamente citada y referenciada de acuerdo a las normas APA, respetando el reglamento aplicado por la universidad y resaltando que la presente investigación se realizó con fines educativos. Además, la presente investigación se delimitó a experimentar la resistencia a compresión del concreto armado con bambú y módulo de rotura de viga de concreto armado con bambú, así mismo se modeló una vivienda unifamiliar con los datos obtenidos por parte de los ensayos realizados en laboratorio y del RNE E.100,

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la respuesta de la vivienda unifamiliar diseñada para esta investigación, en base a los datos adquiridos en los ensayos de resistencia a compresión para el elemento estructural “Columna” y la resistencia a flexión para el elemento estructural “Viga”, el sistema estructural considerado para el diseño fue un sistema mixto (pórtico y albañilería). El análisis del comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de esta investigación se basa en dos tipos de armado. De la cuales tenemos el primer armado con varillas de fierro de $\phi \frac{1}{2}$ ” considerado como muestra patrón y el segundo armado de bambú la cual fue variable de investigación.

Por otro lado, para determinar los valores requeridos por parte el programa de modelado ETABS, se realizó una serie de ensayos preliminares que fueron de suma importancia, las cuales es necesario analizar los resultados, por ello, se presenta a continuación los resultados de los ensayos principales (resistencia a compresión y resistencia a flexión).

Los datos obtenidos en los ensayos a compresión de los testigos fueron:

Tabla 27:

Resultados de resistencia a compresion de los 7 dias - patron

Código probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
MC1	Concreto armado con acero	7	40966	229.77	210	109%	SI
MC2	Concreto armado con acero	7	27001	151.18	210	72%	SI
MC3	Concreto armado con acero	7	30093	169.54	210	81%	SI
MC4	Concreto armado con acero	7	47119	265.75	210	127%	SI
MC5	Concreto armado con acero	7	34585	194.50	210	93%	SI

Según la tabla 28, muestra los resultados de la resistencia a compresión a los 7 días de las probetas patrón, cuyo resultado comparando con la norma E.060 “CONCRETO”, la resistencia del concreto a los 7 días debe tener un 70 % de su resistencia final, por ello obtenemos el valor máximo de la probeta MC4 de 265.75 kg/cm² y le valor mínimo es la probeta MC2 de 151.18 kg/cm², donde ambos valores si cumple con las condicione determinadas en la norma.

Tabla 28:

Resultados de resistencia a compresion de los 7 dias - bambú

Código probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
MCB1	Concreto armado con bambú	7	35260	196.48	210	94%	SI
MCB2	Concreto armado con bambú	7	31261	175.34	210	83%	SI
MCB3	Concreto armado con bambú	7	33669	189.74	210	90%	SI
MCB4	Concreto armado con bambú	7	40952	230.02	210	110%	SI
MCB5	Concreto armado con bambú	7	32111	176.96	210	84%	SI

Según la tabla 29, nos muestra los resultados de la resistencia a compresión del concreto armado con una pieza de bambú, donde el valor máximo es de 230 kg/cm² y el valor mínimo es de 175.34 kg/cm² dando un 83% de su resistencia a compresión a los 7 días de curado.

Tabla 29:

Resultados de resistencia a compresion de los 14 dias - patron

Código probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
----------------	-------------	------	-------------------	---	---	------------------	--------------------------

MC1	Concreto armado con acero	14	52395	298.28	210	142%	SI
MC2	Concreto armado con acero	14	50868	289.59	210	138%	SI
MC3	Concreto armado con acero	14	46688	264.55	210	126%	SI
MC4	Concreto armado con acero	14	55373	309.01	210	147%	SI
MC5	Concreto armado con acero	14	45676	262.66	210	125%	SI

De acuerdo a la tabla 30, determinamos la resistencia a compresión de las probetas a los 14 días de curado del concreto armado patrón, dando como resultado que la resistencia máxima según este grupo de muestra es de 309.01 kg/cm² y el valor mínimo obtenido es de 262.66 kg/cm².

Tabla 30:

Resultados de resistencia a compresión a los 14 días, armado con bambú

Codigo probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia de diseño (kg/cm²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
MCB1	Concreto armado con bambú	14	39808	222.00	210	106%	SI
MCB2	Concreto armado con bambú	14	31113	168.68	210	80%	NO
MCB3	Concreto armado con bambú	14	35182	201.50	210	96%	SI
MCB4	Concreto armado con bambú	14	28759	162.20	210	77%	NO
MCB5	Concreto armado con bambú	14	28759	160.59	210	76%	NO

De acuerdo con la tabla 31, se logra observar que partir de los 14 días de curado las probetas elaboradas con armadura de bambú empiezan a perder resistencia, de este grupo de probetas de estudio solo dos cumplen con el porcentaje (%) requerido según norma, dando como valor máximo a la MCB1 con una resistencia de 222.00 kg/cm² y la muestra con el valor mínimo fue MCB5 con una resistencia de 160.59 kg/cm².

Tabla 31:
Resultados de resistencia a compresión a los 28 días, diseño patrón

Código probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
MC1	Concreto armado con acero	28	46523	266.93	210	127%	SI
MC2	Concreto armado con acero	28	45003	256.42	210	122%	SI
MC3	Concreto armado con acero	28	39296	219.46	210	105%	SI
MC4	Concreto armado con acero	28	39332	221.13	210	105%	SI
MC5	Concreto armado con acero	28	39757	220.84	210	105%	SI

Según la tabla 32, se determinó la resistencia a compresión a los 28 días, que el concreto armado patrón, si cumple con la resistencia de diseño, incluso sobre pasa en un 27% más a lo requerido, donde la resistencia máxima fue la probeta MC1 con 266.93 kg/cm² llegando a un porcentaje de 127% de la resistencia requerida, así mismo se obtuvo el valor mínimo de este grupo último de probetas que fue MC3 con un valor de 219.46 kg/cm².

Tabla 32:
Resultados de resistencia a compresión a los 28 días, armado de bambú

Código probeta	Descripción	Días	Carga máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia de diseño (kg/cm ²)	% de resistencia	Cumplimiento según norma
MCB1	Concreto armado con bambú	28	33886	191.50	210	91%	NO
MCB2	Concreto armado con bambú	28	25905	148.07	210	71%	NO
MCB3	Concreto armado con bambú	28	34505	192.94	210	92%	NO
MCB4	Concreto armado con bambú	28	29692	167.60	210	80%	NO
MCB5	Concreto armado con bambú	28	39808	226.78	210	108%	SI

Según la tabla 33, notamos brevemente que la resistencia requerida con el concreto armado con bambú no llega a un promedio de 88.27% de lo requerido con la muestra patrón,

en el caso de la muestra MCB5 si se llegó a un 226.78 kg/cm^2 que fue la máxima, pero en los demás caso se llega a menos del 99%.

Los datos obtenidos en los ensayos de Resistencia a la flexión para elemento estructural “VIGA”

Tabla 33:

Resultados de ensayo a flexión a 7 días de concreto armado patrón.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m ²)
MF1	Concreto armado con acero	7	8877	7.2	2455.97	2334.64
MF2	Concreto armado con acero	7	9057	9	2489.1655	2407.53
MF3	Concreto armado con acero	7	7084	9	1948.1	1817.24
MF4	Concreto armado con acero	7	8721	5.8	2388.1005	2282.63
MF5	Concreto armado con acero	7	9298	6.1	2742.91	2727.54
Promedio	Concreto armado con acero	7	8607.4	7.42	2404.8492	2313.92

En la tabla 34 se obtuvieron los resultados de los ensayos en laboratorio, donde se obtuvo que la viga de concreto armado con acero (patrón), para un curado de 7 días resistió una carga promedio de 8607.4 kg, formando un momento flector promedio de 2401.85 kg.m, de la cual logró alcanzar una deflexión promedio de 7.42 mm, con un momento de ruptura promedio de 2313.92 tn/m².

Tabla 34:

Resultados de ensayo a flexión a los 7 días de concreto armado con varillas de bambú.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m ²)
MF1	Concreto armado con varillas de bambú	7	2466	10	669.93	674.92
MF2	Concreto armado con varillas de bambú	7	2431	8	668.525	636.03

MF3	Concreto armado con varillas de bambú	7	1609	2	454.2743333	451.29
MF4	Concreto armado con varillas de bambú	7	2694	11.5	740.85	752.08
MF5	Concreto armado con varillas de bambú	7	2583	12	706.881	687.16
Promedio	Concreto armado con varillas de bambú	7	2356.6	8.7	648.0920667	640.30

En la tabla 35 nos presentan los resultados promedios de los ensayos realizados a flexión de concreto armado con varillas de bambú, para un curado de 7 días nos arrojó que la viga puede soportar una carga promedio de 2356.6 kg, con un momento flector promedio de 648.092 kg.m, logrando alcanzar una deflexión promedio de 8.7 mm, para un módulo de rotura promedio de 640.30 tn/m².

Tabla 35:

Resultados de ensayo a flexión a los 14 días de concreto armado patrón.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m ²)
MF1	Concreto armado con acero	14	9000	6.5	2463.00	2486.61
MF2	Concreto armado con acero	14	7820	6.2	2142.68	2011.45
MF3	Concreto armado con acero	14	8118	8.5	2220.27	2173.94
MF4	Concreto armado con acero	14	9632	6.5	2828.60	2782.32
MF5	Concreto armado con acero	14	8859	7.5	2608.98	2613.51
Promedio	Concreto armado con acero	14	8685.8	7.04	2452.71	2413.57

En la tabla 36 podemos observar que se ha obtenido una carga promedio de 8685.8 kg, con un momento flector de 2452.71 kg.m, con una deformación de 7.04 mm para un momento de rotura de 2413.57 tn/m².

Tabla 36:

Resultados de ensayo a flexión a los 14 días de concreto armado con varillas de bambú.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m ²)
MF1	Concreto armado con varillas de bambú	14	2417	3.5	668.7033333	680.29
MF2	Concreto armado con varillas de bambú	14	2065	4	565.81	573.33
MF3	Concreto armado con varillas de bambú	14	1897	3	520.7265	522.36
MF4	Concreto armado con varillas de bambú	14	2304	3.5	633.216	641.10
MF5	Concreto armado con varillas de bambú	14	1533	3.3	425.4075	450.72
Promedio	Concreto armado con varillas de bambú	14	2043.2	3.46	562.77	573.56

En la tabla 37, se obtuvo los datos promedio de los ensayos realizados a las vigas de concreto armado con varillas de bambú, para un curado de 14 días, dando como resultados promedios lo siguiente: Se resistió una carga de 2043.2 kg, formando un momento flector de 562.77 kg.m. para una deflexión de 3.46 mm y un módulo de rotura de 573.56 tn/m².

Tabla 37:

Resultados de ensayo a flexión a los 28 días de concreto armado acero.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m ²)
MF1	Concreto armado con acero	28	8666	6	2396.149	2340.40
MF2	Concreto armado con acero	28	9435	5	2604.84625	2593.55
MF3	Concreto armado con acero	28	8146	4	2244.223	145.20
MF4	Concreto armado con acero	28	9101	5	2492.157167	2468.95
MF5	Concreto armado con acero	28	9101	7	2680.2445	2684.91
Promedio	Concreto armado con acero	28	8889.8	5.4	2483.52	2046.60

En la tabla 38 podemos observar que se ha obtenido una carga promedio de 8889.8 kg, con un momento flector de 2483.52 kg.m, con una deformación de 5.4 mm para un momento de rotura de 2046.60 tn/m².

Tabla 38:

Resultados de ensayo a flexión a los 28 días de concreto armado con varillas de bambú.

Código probeta	Descripción	Días	Carga (kg)	Deflexión (mm)	Momento Flector (kg.m)	Módulo de rotura (tn/m²)
MF1	Concreto armado con varillas de bambú	28	2992	5	782.408	45.01
MF2	Concreto armado con varillas de bambú	28	2726	2	736.02	778.20
MF3	Concreto armado con varillas de bambú	28	1863	4	516.9825	538.53
MF4	Concreto armado con varillas de bambú	28	2993	3	808.11	864.31
MF5	Concreto armado con varillas de bambú	28	2581	4	708.0543333	726.77
Promedio	Concreto armado con varillas de bambú	28	2631	3.6	710.31	590.57

En la tabla 39, se obtuvo los datos promedio de los ensayos realizado a las vigas de concreto armado con varillas de bambú, para un curado de 28 días, dando como resultados promedios lo siguiente: Se resistió una carga de 2631.0 kg, formado un momento flector de 710.31 kg.m para una deflexión de 3.6 mm y un módulo de rotura de 590.57 tn/m². Finalmente se presenta los resultados de la respuesta del modelado de la vivienda unifamiliar en el programa ETABS, en base a los datos obtenidos de un concreto armado con bambú, se determinó las derivas y desplazamientos.

De acuerdo con el modelado, se ha considerado trabajar con un sistema de albañilería confinada.

Tabla 39:

Peso de la vivienda según el sistema

Nivel	Albañilería (Tn)	Albañilería + bambú (Tn)	% de variación
1	20.57	20.57	0.00%
2	40.8	40.8	0.00%
3	45.09	45.09	0.00%

En cuanto al peso de la vivienda como se muestra en la tabla 40 aplicando ambos sistemas, nos demuestra teóricamente que el peso de la edificación es igual.

Tabla 40:

Derivadas máximas por dirección en X.

Sistema	Nivel	Derivada	Verificación con E.030	% de variación
Albañilería Confinada	1	3.56	Si cumple	7.40%
Albañilería Confinada + bambú		3.49	Si cumple	
Albañilería Confinada	2	4.77	Si cumple	10.20%
Albañilería Confinada + bambú		4.67	Si cumple	
Albañilería Confinada	3	3.32	Si cumple	7.60%
Albañilería Confinada + bambú		3.24	Si cumple	

Por otro lado, se mostró las derivas máximas por piso de la vivienda en la dirección X para cada sistema como muestra la tabla 41 y en dirección Y como muestra la tabla 42.

Tabla 41:

Derivadas máximas por dirección en Y

Sistema	Nivel	Derivada	Verificación con E.030	% de variación
Albañilería Confinada	1	0.373	Si cumple	0.80%
Albañilería Confinada + bambú		0.365	Si cumple	
Albañilería Confinada	2	0.305	Si cumple	0.50%
Albañilería Confinada + bambú		0.300	Si cumple	
Albañilería Confinada	3	0.353	Si cumple	0.40%
Albañilería Confinada + bambú		0.349	Si cumple	

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta investigación al comparar el análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales ensayados a escala de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, mediante el análisis en el programa ETABS, se pudo determinar que el peso de la vivienda en ambos diseños nos arroja un mismo valor de 20.57 Tn en el primer nivel, 40.8 Tn en el segundo nivel y 45.09 Tn en el tercer nivel, por otro lado, la norma técnica de diseño sismorresistente E.030 establece que se debe efectuar principalmente el control de derivas por piso de la edificación de acuerdo con el tipo de material predominando en cada dirección de análisis; para este caso la vivienda unifamiliar su derivada máxima permitida por la norma E.030 en la dirección X con material predominante de concreto armado fue de 4.77, y concreto reforzado con bambú fue de 4.67, de esta manera podemos ver la tabla 41 donde nos muestra las derivadas máximas en cada sistema y verificar que cada nivel cumple con la Norma establecida.

De igual manera, las derivas en dirección “Y” constituido por albañilería confinada en ambos diseños, la máxima deriva permitida por la norma E.030 es de 5; en la tabla 42 se mostraron los resultados de las derivas en “Y” en cada sistema y por piso. Los resultados indicaron que ambos sistemas cumplen con la norma, por tener los valores de las derivas menores a lo requerido, dando como máxima deriva el sistema de albañilería confinado con material predominante de concreto armado cuyo valor fue de 0.373 y la máxima derivada para el sistema de albañilería confinada + bambú cuyo material predominante concreto reforzado con bambú fue el valor 0.365 en el primer nivel. Según (Winston Rojas, pág. 126), los valores obtenidos de las derivas con respecto al material se encuentran a 0.01 en bambú y 0.005 en albañilería

el control de la derivadas respecto al material ecológico (bambú), es mayor al material tradicional (concreto armado), por lo que indica que el bambú tiene menor rigidez como material solo.

Por otro lado, la importancia de identificar las propiedades físico – mecánicas del bambú y concreto, nos lleva a indagar que comportamiento tiene dichos material al ser unidos. Según Sánchez et al, (2022), menciona la deformación en vigas de concreto reforzado con bambú no están muy alejadas a las deformaciones de vigas con concreto reforzados con acero.

El bambú como material de construcción es idóneo para estructuras de mediana envergadura, por poseer una alta resistencia a la compresión como material solo, según lo que se determinó mediante los ensayos, dando como resultado la resistencia a compresión paralela a la fibra promedio de 222.488 kg/cm², pudiendo utilizarse como elemento estructural en columnas, por tener mejor resistencia a la compresión. Por otro lado, se realizó ensayos a flexión del bambú donde nos arrojó una resistencia a flexión promedio de 277.586 kg/cm², la cual podemos determinar que tiene una buena resistencia a la flexión como elemento solo.

En cambio cuando se realizaron las muestras de concreto armado con bambú, las resistencias obtenidas como elemento solo disminuyeron, como por ejemplo la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto a los 28 días, di como promedio un valor de 185.376 kg/cm², si lo comparamos con el valor que se obtuvo a la resistencia a compresión paralela a la fibra (222.488 kg/cm²), se redujo en un 16.68 % la resistencia a compresión. Por otro lado, tenemos el módulo de rotura de la viga simplemente apoyada cuyo valor promedio fue de 590.57 tn/m², con una deflexión promedio de 3.6 mm; según Sánchez Ponte, (2020) “en su estudio demostró que para una viga de concreto armado con bambú se obtuvo un módulo de

rotura de 258.70 tn/m^2 , con una deflexión promedio de $3.72 \text{ mm}''$, de esta manera podemos decir que existe similitud en los datos obtenidos con otros estudios.

Las delimitaciones encontradas en el presente estudio fueron la elaboración de los estribos de bambú para las vigas, no se realizó por la poca flexibilidad que tuvo el bambú, cual se intentó elaborar, pero fue intento fallido, ya que sus fibras no tenían la flexibilidad necesaria para soportar los dobleces. Así mismo, la poca adherencia que tiene el concreto con las varillas de bambú sin llevar un tratamiento adecuado para la adherencia hace que la resistencia en los ensayos tanto a compresión como flexión no brinde su máximo potencial. Por otro lado, el modelamiento del sistema de albañilería confinada con bambú se tuvo la intención de colocar todos los datos necesarios reemplazando por completo el acero con los datos exactos que tiene el bambú, pero no se logró determinar los ensayos que se requieren para poder determinar dichos valores, por la falta de equipos en el laboratorio de la universidad. Así mismo por los escasos de investigaciones que existe en este tema no se puede definir con exactitud los valores requeridos por parte el programa ETABS.

En cuanto a las implicancias, la presente investigación proporciona un aporte experimental donde se muestra datos obtenidos por parte de ensayos realizados en laboratorio de la cual no muestra que el bambú como elemento estructural puede reemplazar al acero peor en ambientes y un aporte teórico la cual incurre en análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar.

El aporte que brinda la presente investigación a la sociedad es importante, siendo una investigación experimental que los resultados obtenidos nos ayuda a determinar su uso en el sector construcción, por ello se puede decir que su comportamiento estructural en una vivienda unifamiliar máximo de dos niveles puede cumplir perfectamente, como refuerzo de un

elemento estructural como viga o columna, se puede variar un armado tanto con acero y bambú disminuyendo así el uso del acero, haciendo que la edificación sea más liviana pero resistente.

En tal sentido, se llegó a la conclusión que existe variación del comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, ya que se demostró que si existe variación en ambos modelos.

En los ensayos de resistencia a compresión, se concluye que el concreto reforzado con una piza completa de bambú tiene mayor resistencia y puede ser óptima para construir elementos de columna.

Una de las ventajas que puede usarse el bambú en una construcción por su peso y ligereza de material, es reemplazando al ladrillo aligerado.

Se puede reemplazar al acero longitudinal medianero de 3/8 por un bambú, cuya cuantía óptima del bambú como elemento de refuerzo y tenga los valores entre el 3% al 4% del área total de la sección transversal de la viga, y mantengas la cuantía mínima requerida para momentos negativos y positivos

Se recomienda usar el bambú en un sistema de albañilería como máximo de 2 nivel, y para un sistema porticado máximo de 1 nivel.

REFERENCIAS

- Castiblanco Rodriguez, L., & Torres Vasquez, H. (2019). *ANALISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CULMO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA EN LAS CONSTRUCCION Y ESTUDIO DE UN MÉTODO DE PROTECCIÓN A LA INTEMPERIE*. BOGOTÁ - COLOMBIA.
- Gutiérrez Rodríguez, E. A. (2022). *Evaluación comparativa de las fallas en el pavimento, según el método Vizir pci y empleado por el MTC. tramo desvío Otuzco (LI-114) Km 1+000 al km3+000, Otuzco, La Libertad - 2022*. La Libertad: Universidad Privada del Norte.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Lozano Peña, J. E. (2020). *DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS ULTIMOS DE LA GADUA AGUSTIFOLIA EN LA REGION ANDINA DE COLOMBIA CORRELACIONADA CON VARIABLE DE CLIMA*. COLOMBIA.
- Lozano Peña, J. E. (2020). *TESIS DOCTORAL "DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA EN LA REGION ANDINA DE COLOMBIA CORRELACIONADA CON VARIABLE DE CLIMA"*. VALENCIA: UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA.
- Massaharu Tatibana, R., Pereira dos Reis, M., & Bianchi, G. (2016). BAMBÚ COMO MATERIA-PRIMA PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, 95 - 103.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2012). *Taller "promocio de la normativa de para el diseño y cinstruccion de edificaiones seguras"*. Obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/TOTAL/3.%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20RNE%20para%20la%20construcci%C3%B3n.pdf>
- Moromi Nakata, I. (s.f.). *SEMINARIO – TALLER: "PROMOCIÓN DE LA NORMATIVIDAD PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES SEGURAS"*. LIMA - PERIU: MINISTERIO DE VIVIENDA, CONTRUCCION Y SANEAMIENTO.
- Neil, D. A., & Cortez Suarez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Mumachala: Editorial UTMACH, 2018.
- Nordahlia Abdullah Siam, *. M. (2019). Anatomical, Physical, and Mechanical Properties of Thirteen Malaysian Bambo species. *bioresources.com*, 3925-3943.

- Peña, J. E. (2020). *DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS ÚLTIMOS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA EN LA REGIÓN ANDINA DE COLOMBIA CORRELACIONADA CON VARIABLES DE CLIMA*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.
- Pozo Ancho, G., Ridriguez Condor , J., & Yupari Bravi , C. (2020). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR ECO SOSTENIBLE A BASE DE BAMBÚ DE INTERES SOCIAL EN EL DISTRITO DE MORROPON EN LA REGION DE PIURA*. Piura - Perú.
- Ruiz Bueno, A. (2015). *ub.edu*. Obtenido de La observacion: Parte I - una herramienta para la investigación:
https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/67615/1/LA_OBSERVACI%C3%93N_Parte_I.pdf
- Sanchez Medrano, M. e. (2016). El bambú como elemento estructural: la especie Guadua amplexifolia. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 658-677.
- Sanchez Medrano, M. T. (2016). EL BAMBÚ COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL: La especie Guadua amplexifolia. *Revista Electronica Nova Scientia*, 657-677.
- SCRIBD. (26 de Setiembre de 2012). *NORMA TECNICA PERUANA - NTP 339.079 (2012)*. Obtenido de CONCRETO. Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo:
<https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf#:~:text=Norma%20T%C3%A9cnica%20Peruana%20NTP%20339.079%3A2012%20CONCRETO.%20M%C3%A9todo%20de,3%C2%AA%20Edici%C3%B3n%20el%2031%20de%20octubre%20de%202012.>
- StuDocu.com. (22 de Diciembre de 2015). *NORMA TÉCNICA PERUANA - NTP 339.033*. Obtenido de CONCRETO. Practica normalizada para la elaboraciób y curado de especímenes de concreto en campo.: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/ntp-339033-2015/7024356>
- Torres, B., Segarra, M., & Braganca, L. (2019). El bambu como alternativa de construcción sostenible. *EXTENSIONISMO, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA - CLAVES PARA EL DESARROLLO - VOLUMEN 5*, 389-400.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE PALMIRA. (2001). *Uso del bambú en el concreto reforzado*. Colombia.
- VELASQUEZ, E. (ABRIL de 2019). *ONU HABITAT*. Obtenido de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adeuada>
- BAMBUCYT. (JULIO de 2020). *CÍRCULO DE INVESTIGACIÓN DEL BAMBÚ*. Obtenido de BAMBUCYT 3: El bambú como material sostenible para la construcción:

http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/BAMBUCYT_TERECERA_EDICION.pdf

ANEXOS

ANEXO N°01

“MATRIZ DE CONSISTENCIA”

Tabla 42

Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
“Análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar de bambú y concreto armado mediante ensayos”	¿Cómo se comporta estructuralmente una vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales ensayados a escala de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, Cajamarca - 2023?	GENERAL	Existe variación del comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado.	DEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Derivas • Desplazamiento • Fuerzas axiales • Fuerzas cortantes • Momento Flector 	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Descriptivo</p> <p>Diseño: Experimental</p>
		Comparar el análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar aplicando elementos estructurales ensayados a escala de concreto reforzado con bambú con respecto a los elementos estructurales de concreto armado, Cajamarca - 2023		Comportamiento Estructural		
		ESPECIFICOS:		INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las propiedades físico – mecánicas del Bambú y concreto mediante estudios y ensayos previos. - Realizar ensayos a escala de los elementos estructurales a base de concreto reforzado con bambú. - Realizar ensayos a escala de los elementos estructurales a base de concreto armado. - Determinar los valores obtenidos de cada elemento estructural ensayados a escala en laboratorio. - Realizar el análisis y diseño estructural de la vivienda unifamiliar según datos obtenidos en laboratorio. 	

ANEXO N°02

**“MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE
VARIABLES”**

Tabla 44:

Matriz de clasificación de variables


CLASIFICACIÓN						
TEMA	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO	
Análisis del comportamiento estructural de una vivienda unifamiliar de bambú y concreto armado mediante ensayos.	Comportamiento Estructural Variable Dependiente	Respuesta de la Estructura	Derivadas	-	<ul style="list-style-type: none"> • Programa ETABS • Hojas de Excel • RNE. 	
			Desplazamiento	mm		
		Fuerzas Internas	Fuerzas axiales	Tn		
		Fuerzas Cortantes	Tn			
		Momento Flector	Tn*m			
	Elementos Estructurales de Concreto Reforzado con Bambú Variable Independiente	Propiedades Físicas	Contenido de humedad	%	- Ensayos	
			Densidad Básica	Tn/m ³		
		Propiedades Mecánicas	Esfuerzo a Flexión	Kg/cm ²		- Ensayos
			Resistencia a la Compresión Perpendicular			

ANEXO N°03

“PROTOCOLOS”

PROTOCOLOS DE LABORATORIO DE CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

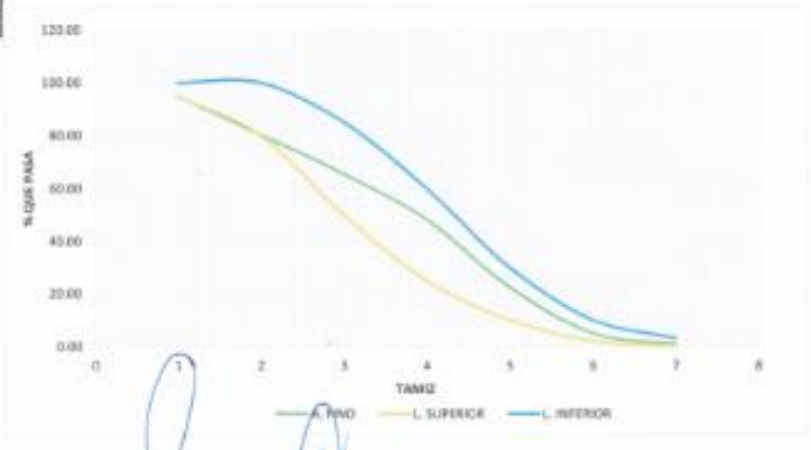
Protocolo 1- Granulometría de Agregado Grueso:




LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
PROTOCOLO										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS									
	TESISTA: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE				ASESOR: ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN					
	ENSAYO: ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					NORMA: MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012				
CANTERA:			AGUILAR			TM:		3/8"		
UBICACIÓN:			BAÑOS DEL INCA			TMN:		N° 4		
FECHA DE MUESTRA:			18/05/2023			MLF:		2.83		
FECHA DE ENSAYO:			20/05/2023			HUSO A UTILIZAR:				
RESPONSABLE:			COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE			REVISADO POR:		ING. CESAR VALDERA CHAVEZ		

AGREGADO FINO

MASA INICIAL		1500 gr						Husos granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO COMPENSADO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Limite Superior	Limite Inferior
	(pulg)	(mm)							
1	N° 4	4.75	72.80	73.15	4.88	4.88	95.12	95	100
2	N° 8	2.36	223.70	224.06	14.94	19.81	80.19	80	100
3	N° 16	1.18	219.70	220.06	14.67	34.48	65.52	50	85
4	N° 30	0.6	258.20	258.56	17.24	51.72	48.28	25	60
5	N° 50	0.3	386.40	386.76	25.78	77.51	22.49	10	30
6	N° 100	0.15	263.30	263.66	17.58	95.08	4.92	2	10
7	N° 200	0.075	60.10	60.46	4.03	99.11	0.89	0	3
8	Bandeja	-	13.30	13.30	0.89	100.00	0.00	-	-
TOTAL			1497.50 gr	1500.00 gr	100 %				

Error:	0.025 %
E, CADA TAMIZ:	0.36



RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 23-05-2023	FECHA: 25-06-2023

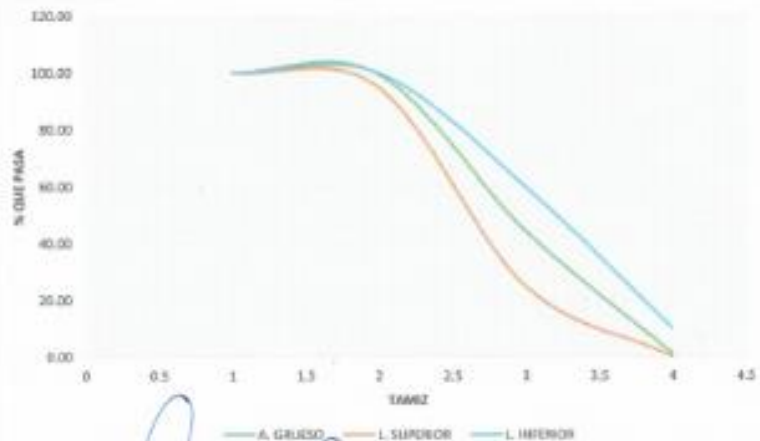
Protocolo 2 – Granulometría de Agregado Fino:

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTODLO				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	NORMA:	MTC E204 - ASTM C136 - NTP 400.012
CANTERA:	AGUILAR	TM:	1 1/2"	
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	TMN:	3/4"	
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	MLF:	1.81	
FECHA DE ENSAYO	20/05/2023	HUSO A UTILIZAR	HUSO 57	
RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	

AGREGADO GRUESO

N°	MASA INICIAL		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO COMPENSADO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO O (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos granulometrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	5000 gr							Limite Superior	Limite Inferior
	(pulg)	(mm)							
1	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2	1"	25.00	19.60	20.16	0.40	0.40	99.60	95	100
3	3/4"	19.00	158.90	159.46	3.19	3.59	96.41	-	-
4	1/2"	12.50	2593.90	2594.46	51.89	55.48	44.52	25	60
5	3/8"	9.50	1134.90	1135.46	22.71	78.19	21.81	-	-
6	N° 4	4.75	1039.20	1039.76	20.80	98.99	1.01	0	10
7	Bandeja	-	50.70	50.70	1.01	100.00	0.00	-	-
TOTAL			4997.20 gr	5000.00 gr	100 %				

Error:	0.028 %
E. CADA TAMIZ:	0.56



RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023




Protocolo 3 – Cantidad de Material Fino que Pasa por le Tamiz N° 200 por lavado.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO			
	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
ENSAYO:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 POR LAVADO	NORMA:	MTC E202 / ASTM C117 / NTP 400.018	
CANTERA:	AGUILAR	TAMAÑO DE MUESTRA:	300 gr	
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA	
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2023	RESPONSABLE:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	
FECHA DE ENSAYO:	21/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHÁVEZ	

TMN DEL AGREGADO: **N° 4**

MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO		
Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)
4.75 mm	N° 4 o menos	300
9.50 mm	3/8"	1000
19.00 mm	3/4"	2500
25.00 mm	1 1/2" o mayor	5000

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 POR LAVADO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra original seca	gr	300	300	300
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr	280.10	280.80	280.60
C	Material que pasa el tamiz N° 200 C=A-B	gr	19.90	19.20	19.40
D	% que pasa el tamiz N°200 por lavado $D=(C/A)*100$	%	6.63	6.40	6.47

 RESPONSABLE DEL ENSAYO	 ASISTENTE DE LABORATORIO	 ASESOR
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHÁVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 4 – Gravedad Especifica y Absorción de agregado fino

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTICOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS	
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR: ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS	NORMA: MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA	CANTERA DE RIO
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL	ARENA
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE
FECHA DE ENSAYO	22/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	194.50	194.60	194.60	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr.	709.30	669.90	644.30	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	831.10	792.10	766.20	N.A
S	Peso de la muestra saturada superficie seca	gr.	200	200	200	N.A
E	Peso específico aparente (seco) $P.e.a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.49	2.50	2.49	2.49
F	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm ³	2.56	2.57	2.56	2.56
G	Peso específico nominal (Seco) $P.e.n (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm ³	2.68	2.69	2.68	2.68
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	%	2.83	2.77	2.77	2.79

RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 5 – Gravedad Especifica y Absorción de agregado grueso

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS	
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:
	ENSAYO:	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	NORMA:
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA	CANTERA DE RÍO
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL	ARENA
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE
FECHA DE ENSAYO	22/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1189.7	1037.6	1108.9	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	1204.1	1049.4	1120.4	N.A
C	Peso sumergido en agua de la muestra saturada. (utilizando canasta)	gr.	742.50	647.40	691.20	N.A
D	PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO $P.e.a (seca) = \frac{A}{B - C}$	W'_{cm^3}	2.58	2.58	2.58	2.58
E	PESO ESPECÍFICO APARENTE SSS $P.e.a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	W'_{cm^3}	2.61	2.61	2.61	2.61
F	PESO ESPECÍFICO NOMINAL $P.e.n (SSS) = \frac{B}{A - C}$	W'_{cm^3}	2.66	2.66	2.65	2.66


RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDEZA CHAVEZ	NOMBRE: ERYLYN SALAZAR HUMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 6 – Peso Unitario de los Agregados.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO			
	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	NORMA:	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017
CANTERA:	AGUILAR	TIPO DE CANTERA	CANTERA DE RIO	
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	TIPO DE MATERIAL	ARENA	
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	
FECHA DE ENSAYO	23/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MAX. NOMINAL		Nº4	VOL. MOLDE	0.0093 m³
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso del molde + AF Compactado	kg.	19.82	19.42	19.52	N.A
B	Peso del molde	kg.	4.78	4.78	4.78	N.A
C	Peso del AF Compactado C = A-B	kg.	15.04	14.64	14.74	N.A
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = \frac{C}{Vol. molde}$	kg/m³	1617.20	1574.19	1584.95	1592.11
E	Peso del molde + AF Suelto	kg	17.52	17.42	17.82	N.A
F	Peso del AF suelto, F= E - B	kg	12.74	12.64	13.04	N.A
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = \frac{F}{Vol. molde}$	kg/m³	1369.89	1359.14	1402.15	1377.06

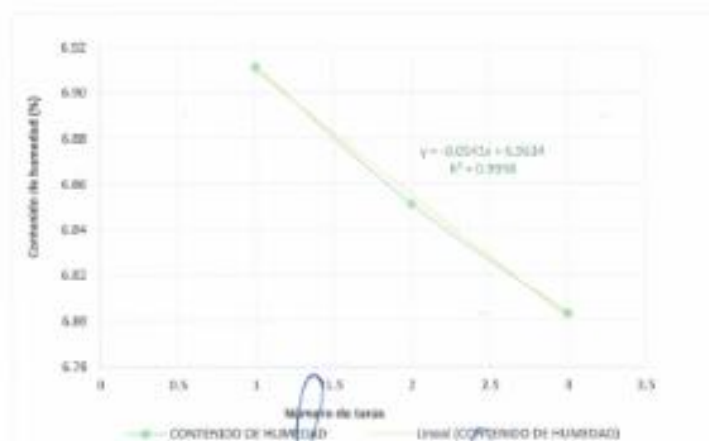
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MAX. NOMINAL		Nº4	VOL. MOLDE	0.0093 m³
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso del molde + AG Compactado	kg.	20.72	20.78	20.62	N.A
B	Peso del molde	kg.	4.78	4.78	4.78	N.A
C	Peso del AF Compactado C = A-B	kg.	15.94	16.00	15.84	N.A
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = \frac{C}{Vol. molde}$	kg/m³	1713.98	1720.43	1703.23	1712.54
E	Peso del molde + AG Suelto	kg	19.58	19.72	19.70	N.A
F	Peso del AF suelto, F= E - B	kg	14.80	14.94	14.92	N.A
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = \frac{F}{Vol. molde}$	kg/m³	1591.40	1606.45	1604.30	1600.72

REPOSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 7 – Contenido de Humedad de Agregado Fino

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS	
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR: ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO.	
CANERA:	AGUILAR	TIPO DE CANERA	CANERA DE RIO
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO	19/05/2023		

DESCRIPCIÓN	Und.	TARAS		
		1	2	3
Peso del material natural	gr.	399.1	397.7	485.1
Peso de la tara	gr.	36.2	36.2	36.7
Tara + material seco	gr.	409.50	408.40	490.90
Peso del material seco	gr.	373.30	372.20	454.20
Contenido de humedad	%	6.91	6.85	6.80
PROMEDIO	%	6.86		

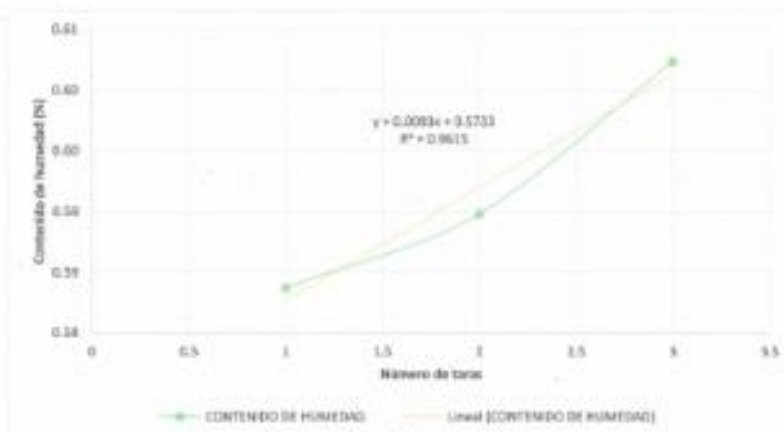


RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 8 – Contenido de Humedad de Agregado Grueso


LABORATORIO DE CONCRETO · UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS	
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR: ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO	
CANtera:	AGUILAR	TIPO DE CANtera	CANtera DE RIO
UBICACIÓN	BAÑOS DEL INCA	RESPONSABLE	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE
FECHA DE MUESTRA	18/05/2023	REVISADO POR:	ING. CESAR VALDERA CHAVEZ
FECHA DE ENSAYO	19/05/2023		

DESCRIPCIÓN	Und.	TARAS		
		1	2	3
Peso del material natural	gr.	654.8	682.2	668.1
Peso de la tara	gr.	77.1	68.2	66.6
Tara + material seco	gr.	728.10	746.40	730.70
Peso del material seco	gr.	651.00	678.20	664.10
Contenido de humedad	%	0.58	0.59	0.60
PROMEDIO	%	0.59		

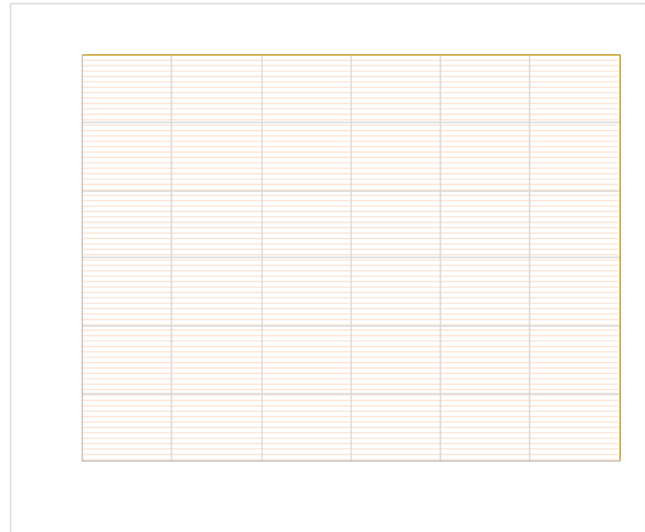


REPOSIBLE DEL ENSAYO	ASISENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	NOMBRE: ING. CESAR VALDERA CHAVEZ	NOMBRE: ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA: 24/05/2023	FECHA: 25-05-2023	FECHA: 25-05-2023

Protocolo 9 – Resistencia a la compresión paralela a la fibra.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS	
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA	NO RMA:	NTP 251.014C
ID. PROBETA:		ALTURA (mm):	
FECHA DE ENSAYO:		DIAMETRO EXTERIOR (cm):	
RESPONSABLE		ESPESOR (cm):	
REVISADO POR:		AREA :	

Nº	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (σ)	εμ
1	0			
2	500			
3	1000			
4	1500			
5	2000			
6	2500			
7	3000			
8	3500			
9	4000			
10	4500			
11	5000			
12	5500			
13	6000			
14	6500			
15	7000			
16	7500			
17	8000			
18	8500			
19	9000			
20	9500			



ESFUERZO ULTIMO DE COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA (kg/cm²)

DESCRIPCION	VALOR
Area Neta:	
Carga Ultima:	
Esfuerzo Último	
εμ	

REPOSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Protocolo 10 – Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos - cálculos


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO			
	TEMA:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESTISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS	NORMA:	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034	
ID. PROBETA:		ALTURA (mm)		
FECHA DE ELABORACION		DIAMETRO DE PROBETA (cm):		
FECHA DE ENSAYO		AREA :		
EDAD DE PROBETA		RESPONSABLE:		
		REVISADO POR:		

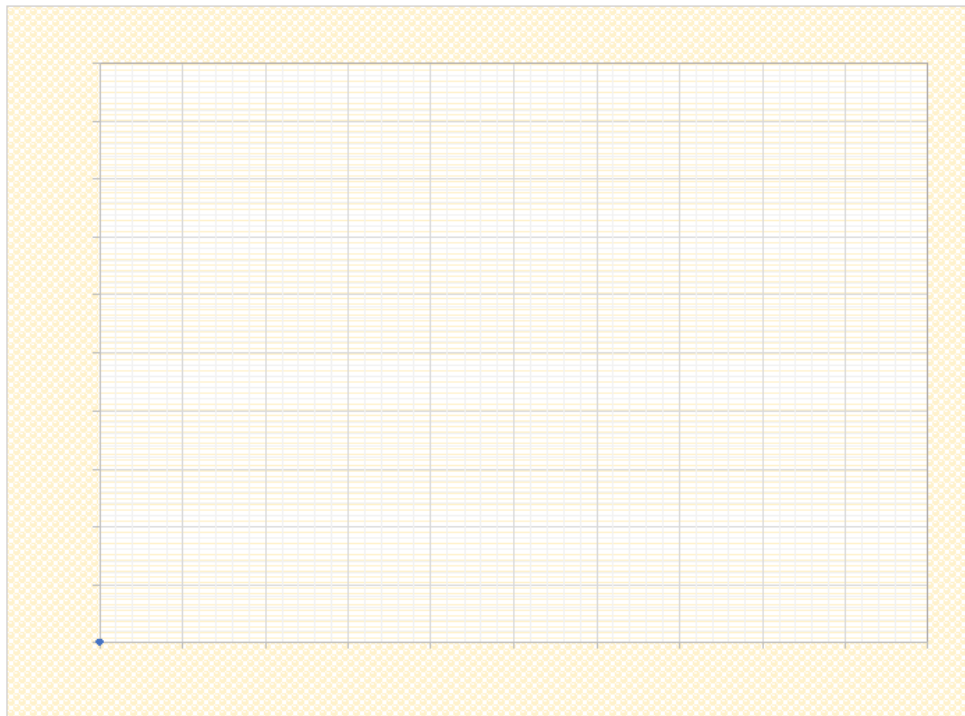
N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	ε _u
1	0			
2	1000			
3	2000			
4	3000			
5	4000			
6	5000			
7	6000			
8	7000			
9	8000			
10	9000			
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			

N°	CARGA (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (δ)	ε _u
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

REPOSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Protocolo 10 – Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos – Gráfico

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS	NORMA:	MT C E704 - ASTM C39 - NTP 339.034
ID. PROBETA:		ALTURA (mm)		
		DIAMETRO DE PROBETA (cm):		
FECHA DE ELABORACION		AREA :		
FECHA DE ENSAYO		RESPONSABLE:		
EDAD DE PROBETA		REVISADO POR:		



REPOSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

ANEXO N°04

“DISEÑO DE MEZCLAS”

Diseño por ACI de concreto para $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

$f'_c=$	210.00 kg/cm ²
---------	---------------------------

I. DATOS DE LABORATORIO

Cemento	Portland ASTM tipo I "pacasmayo"	
	Peso específico	3.10 gr/cm ³
Agua	Agua potable	
Agregado Fino	Peso específico	2.68 gr/cm ³
	Absorción	2.79%
	Contenido de humedad	6.86%
	Módulo de finura	2.83
Agregado Grueso	Peso específico	2.66 gr/cm ³
	TMN	3/4"
	Peso seco compactado	1.71 gr/m ³
	Absorción	1.13%
	Contenido de humedad	0.59%

II. SOLUCIÓN



TASO 1: Determinación de la resistencia promedio

Según tabla N°1:

f'_c	f'_{cr}
< 210	$f'_{cr} + 70$
210- 350	$f'_{cr} + 84$
> 350	$f'_{cr} + 98$

$f'_{cr}=$	(210 + 84)	294.00 kg/cm ²
------------	------------	---------------------------



TASO 2: Selección del tamaño máximo nominal

TMN	3/4"
-----	------



TASO 3: Selección del asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Flúidica	$> 5"$	Muy trabajable	Chuseado

SO 4: Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en $1/m^3$, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

SO 5: Contenido de Aire

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

SO 6: Relacion agua cemento

F' cr 28 dias	Relacion agua cemento- cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
294	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Interpolando	
250	0.62
294	0.56
300	0.55

Relacion agua cemento por Durabilidad

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua presente en el suelo como SO ₄ % en peso	Sulfato en agua, como SO ₄ ppm	Cemento Tipo	Relacion w/c máxima en peso en concreto de
Despreciable	0-0.1	0-150	-	-
Moderada	0.1-0.2	150-1500	II-IP-IPM	0.5
Severa	0.2-2	1500-10000	V	0.45
Muy severa	Sobre 2	Sobre 10000	V+Puzolana	0.45

PASO 7: Factor Cemento

$$\text{Factor cemento} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación agua cemento}}$$

Factor cemento = 193/0.56 =	344.64 kg/m ³
-----------------------------	--------------------------

Factor cemento = 108.08/42.5 =	8.11 bolsas/m ³
--------------------------------	----------------------------

SO 8: Contenido de AG

Tamaño Maximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos modulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Interpolando	
2.8	0.62
2.83	0.617
3	0.6

Volumen del agregado grueso seco compactado =	0.617
Peso del A.G Seco=	0.617*1710= 1055.1 kg/m ³

SO 9: Calculo de volúmenes absolutos

$$\text{Cemento: } \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso específico del cemento en Kg/m}^3}$$

$$\text{Agua: } \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Peso específico del agua en Kg/m}^3}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{\text{Peso del agregado grueso seco}}{\text{Peso específico del agregado en Kg/m}^3}$$

Cemento =	0.111 m ³
Agua =	0.205 m ³
A.G. =	0.397 m ³
Aire =	0.020 m ³
Sumatoria =	0.733 m³

SO 10: Calculo de A.F

Volumen Absoluto del A.F=	0.267 m ³
---------------------------	----------------------

Peso del A.F seco=	0.267*2.68*1000	716.05 kg/m ³
--------------------	-----------------	--------------------------

SO 11: Valores de diseño de mezcla

Cemento	344.64 kg/m ³
Agua de diseño	205.00 lt/m ³
A.F seco	716.05 kg/m ³
A.G seco	1055.07 kg/m ³

SO 12: Correccion por humedad

Humedad AF	6.86%
Peso humedo de AF	716.5 kg/m ³

Humedad AG	0.59%
Peso humedo de AG	1055.1 kg/m ³

Humedad superficial de los agregados		
H.S AF=	6.86% - 2.79%	4.07%
H.S AG=	0.59% - 1.13%	-0.54%

Aporte de humedad de los agregados

Aporte A.F.=	716.05 * 4.07	29.14 lt/m ³
Aporte A.G.=	1055.07 * -0.54	-5.72 lt/m ³
		23.42 lt/m³
Agua efectiva=	205+ 23.42	228.42 lt/m³

SO 13: Proporción en peso corregido

Cemento	344.64 kg/m ³
Agua de diseño	228.42 lt/m ³
A.F humedo	716.54 kg/m ³
A.G humedo	1055.13 kg/m ³

PROPORCIÓN:

344.64/344.64	716.54/ 344.64	1055.13 / 344.64	228.42 / 8.11
1	: 2.08	: 3.06	: 28.17 lt/bolsa

Ralación A/C diseño	0.59
Ralación A/C efectiva	0.66

SO 14:

Peso para 5 probetas cilíndricas

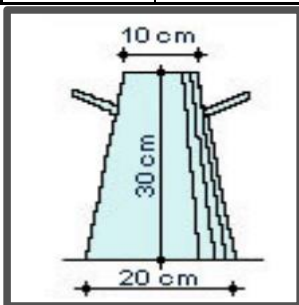
Volumen =	0.02651 m ³
-----------	------------------------



			DESPEDICIO	
			5%	10%
Cemento	(0.05031*344.64)	9.136 kg	9.592 kg	10.049 kg
Agua de diseño	(0.05031*228.42)	6.055 lt	6.358 lt	6.660 lt
A.F. humedo	(0.05031* 716.54)	18.993 kg	19.943 kg	20.893 kg
A.G. humedo	(0.05031* 1055.13)	27.969 kg	29.367 kg	32.164 kg

Peso para el Cono de Abrams

Volumen =	0.005495 m ³
-----------	-------------------------



			DESPEDICIO	
			5%	10%
Cemento	(0.005495*344.64)	1.894 kg	1.989 kg	2.083 kg
Agua de diseño	(0.005495*228.42)	1.255 lt	1.318 lt	1.381 lt
A.F. humedo	(0.005495* 716.54)	3.937 kg	4.134 kg	4.331 kg
A.G. humedo	(0.005495* 1055.13)	5.798 kg	6.088 kg	6.378 kg

Peso para 5 probetas rectangulares

Volumen =	0.06750 m ³
-----------	------------------------



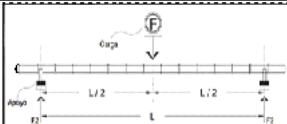
			DESPEDICIO	
			5%	10%
Cemento	(0.19238*344.64)	23.263 kg	24.427 kg	25.590 kg
Agua de diseño	(0.19238*228.42)	15.419 lt	16.190 lt	16.961 lt
A.F. humedo	(0.19238* 716.54)	48.366 kg	50.785 kg	53.203 kg
A.G. humedo	(0.19238* 1055.13)	71.221 kg	74.782 kg	81.905 kg

ANEXO N°5

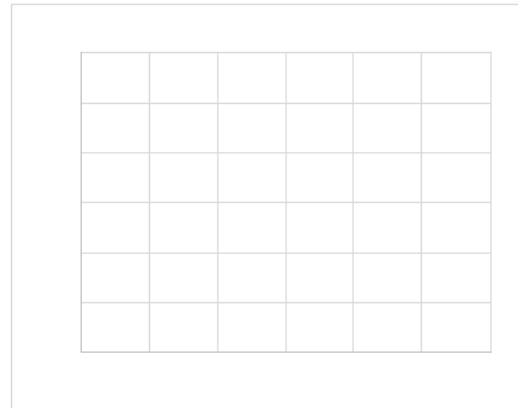
“PROTOSCOLOS DISEÑADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS”

Protocolo 1 – Resistencia a la flexión perpendicular a la fibra.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS		
	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE	ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXION	NORMA:	
ID. PROBETA:		ESPACIO LIBRE ENTRE APOYOS (mm):		
FECHA DE ENSAYO:		DIAMETRO EXTERIOR (mm):		
RESPONSABLE		ESPESOR (mm):		
REVISADO POR:		MODULO DE SECCION		

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CALCULOS	FORMULAS SEGUN NTP E.100					
	ESFUERZO A FLEXION	—	MOMENTO ACTUANTE	—	MODULO SECCION	—
	DONDE:		DONDE:		DONDE:	
	S: Esfuerzo a flexion actuante (kg/cm ²)		M: Momento actuante sobre elemento (kg cm)		: Diametro exterior (cm)	
	M: Momento actuante sobre elemento (kg cm)		F: Carga aplicada sobre elemento (kg)		t: Espesor (cm)	
	S: Modulo de seccion (cm ³)		L: Espacio libre entre apoyos (cm)			

Nº	CARGA (kg)	LECTURA A NIVEL (mm)	Esfuerzo (S)	ε _μ
1	0			
2	50			
3	100			
4	150			
5	200			
6	250			
7	300			
8	350			
9	400			
10	450			
11	500			
12	550			
13	600			
14	650			
15	700			


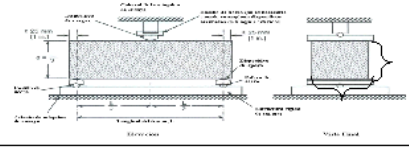
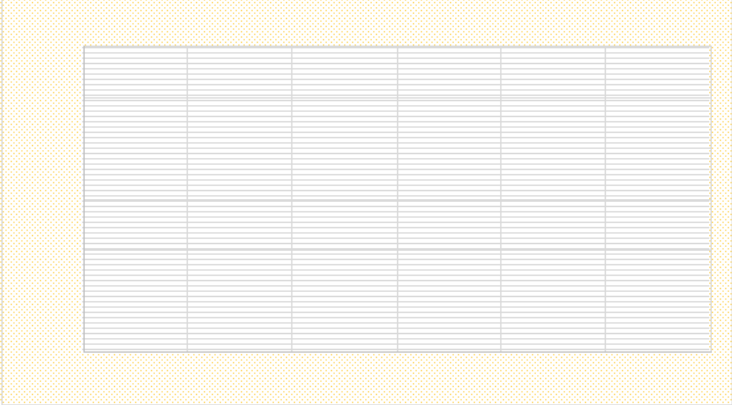


ESFUERZO ULTIMO A LA FLEXION (kg/cm²)

DESCRIPCION	VALOR
MOMENTO ACTUANTE	
MODULO DE SECCION :	
Esfuerzo Último	
ε _μ	

REPOSABLE DEL ENSAYO	ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Protocolo 2 – Resistencia a la flexión de concreto en la viga simplemente apoyada con carga en el centro del tramo.

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																					
PROTOCOLO																																																					
	TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS																																																			
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE		ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN																																																
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO EN VIGA SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO		NORMA:	NTP 339-079																																																
ID. PROBETA:				ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (h), (m):																																																	
FECHA DE ELABORACION DEL CONCRETO:				ANCHO PROMEDIO DE LA PROBETA (b), (m):																																																	
FECHA DE ENSAYO				LONGITUD PROMEDIO DE LA PROBETA (L), (m):																																																	
EDAD DE PROBETA				RESPONSABLE:																																																	
			REVISADO POR:																																																		
DIBUJO A COPIAR PARA MEDIDAS Y CALCULOS			FORMULAS SEGÚN NTP 339.079 (2012)																																																		
			MOMENTO FLECTOR DONDE: M: Momento actuante sobre elemento (kg * m) F: Carga aplicada sobre elemento (kg) L: Espacio libre entre apoyos (m)	MODULO DE ROTURA: DONDE: Mr: Modulo de rotura (kg/m ²) L: Longitud del tramo (m). b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla (m). h: Altura promedio de la viga en la sección de falla (m).																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Nº</th> <th>CARGA (kg)</th> <th>DEFLEXION (mm)</th> <th>MOMENTO FLECTOR (kg.m)</th> <th>MODULO DE ROTURA (kg/m²)</th> <th>DEFORMACION UNITARIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>1000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>1500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>2000</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>2500</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>2892</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nº	CARGA (kg)	DEFLEXION (mm)	MOMENTO FLECTOR (kg.m)	MODULO DE ROTURA (kg/m ²)	DEFORMACION UNITARIA	1	0					2	500					3	1000					4	1500					5	2000					6	2500					7	2892									
Nº	CARGA (kg)	DEFLEXION (mm)	MOMENTO FLECTOR (kg.m)	MODULO DE ROTURA (kg/m ²)	DEFORMACION UNITARIA																																																
1	0																																																				
2	500																																																				
3	1000																																																				
4	1500																																																				
5	2000																																																				
6	2500																																																				
7	2892																																																				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASISTENTE DE LABORATORIO		ASESOR																																																	
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:																																																	
FECHA:		FECHA:		FECHA:																																																	


ANEXO N°06

**“FICHA DE RECOLECCIÓN DE
PARÁMETROS SÍSMICOS”**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS	
TESIS:	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE BAMBÚ Y CONCRETO ARMADO MEDIANTE ENSAYOS
TESISTA:	COLLAZOS JULCA, OLGA HIDE
ASESOR:	ING. ERLYN SALAZAR HUAMAN
FECHA DE REPORTE:	01/06/2023

DATOS DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR	PISOS
---	--------------

MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ



FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA:

Departamento:	
Provincia:	
Distrito:	
Región geográfica:	
Zonificación sísmica:	
Factor de zona:	Z =

2. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X

Material predominante:	Concreto armado
Sistema estructural:	Órticos de concreto armado
Coefficiente de reducción sísmica:	Ro =

3. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y:

Material predominante:	Albañilería confinada
Sistema estructural:	Albañilería
Coefficiente de reducción sísmica:	Ro =

4. CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN:

Número de pisos:	
Tipo de edificación:	
Categoría:	
Factor de uso:	U =

6. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)

¿Hay irregularidad en altura?	SI	NO
Dirección X-X		
Dirección Y-Y		
Indicar el tipo de irregularidad:		
Factor de irregularidad:	Ia =	

5. CONDICIONES DE SUELO

Perfil de suelo:	
Descripción del perfil de suelo:	
V. Prom. Ond. de corte (Vs):	
Factor de suelo:	S =
Periodo TP:	TP =
Periodo TL:	TL =

7. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)

¿Hay irregularidad en planta?	SI	NO
Dirección X-X		
Dirección Y-Y		
Indicar el tipo de irregularidad:		
Factor de irregularidad:	Ip =	

TESISTA	ASESOR
FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

ANEXO N°07

“EXTRACCIÓN DEL BAMBÚ DE INSITU”

Foto 1

Extracción insitu del bambú



Nota: La extracción de este material se llevó acabó bajo las instrucciones del manual de construcción “Construir con bambú” 2015. Fuente: Propia.

Foto 2

Habilitado de bambú insitu.



Nota: La extracción de este material se llevó acabó bajo las instrucciones del manual de construcción “Construir con bambú” 2015. Fuente: Propia.

Figura 17:

Ubicación de zona productiva de bambú



Fuente: Google Earth.

ANEXO N°08

**“DETERMINACIÓN DE LAS
PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL
BAMBÚ”**

Foto 3

Muestras para ensayos de Contenido de humedad y densidad básica



Fuente: Propia

Foto 4

Muestras habilitadas para ensayos a compresión y flexión del bambú



Nota: Se elaboraron muestras de bambú la resistencia a compresión y flexión según norma RNE E.100 (Bambú). Fuente: Propia.

Foto 5

Muestras habilitadas para ensayos flexión del bambú



Nota: Se elaboraron muestras de bambú la resistencia a flexión según norma RNE E.100 (Bambú). Fuente: Propia.

Foto 6

Muestras expuestas a ensayos de compresión y flexión del bambú



Fuente: Propia.

ANEXO N°09

**“DETERMINACIÓN DE LAS
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS FINO Y
GRUESO”**

Foto 7

Realización de ensayos de granulometría



Foto 8

Realización de ensayos de peso unitario



Foto 9

Realización de material que queda en el tamiz n°200



Foto 10

Realización de ensayos peso específico y absorción del agregado



ANEXO N° 10

**“ELABORACIÓN DEL MATERIAL DE
BAMBÚ Y ACERO”**

Foto 11

Habilitado de material para armado de viga a base de bambú



Nota: “La figura muestra las dimensiones que se está dando para las varillas principales de bambú en vigas”. Fuente: Propia.

Foto 12

Habilitado de varillas de bambú



Foto 13

Varillas principales de bambú habilitadas ϕ 1/2.



Foto 14

Armado de bambú para vigas



Foto 16

Habilitado de piezas de bambú para probetas cilíndricas



Foto 17

Piezas de bambú envuelta con alambre n°16 para mejor la adherencia con el concreto



ANEXO N°11

**“ELABORACIÓN Y CURADO DE
PROBETAS DE CONCRETO ARMADO”**

Foto 20

Verificación del cono de Abrams.



Foto 21

Llenado de la parte interior del Bambú con concreto para probetas cilíndricas



Foto 22

Elaboración de probetas cilíndricas para compresión



Foto 23

Elaboración de probetas para vigas



Foto 24

Curado de probetas



Foto 24

Probetas para compresión y flexión

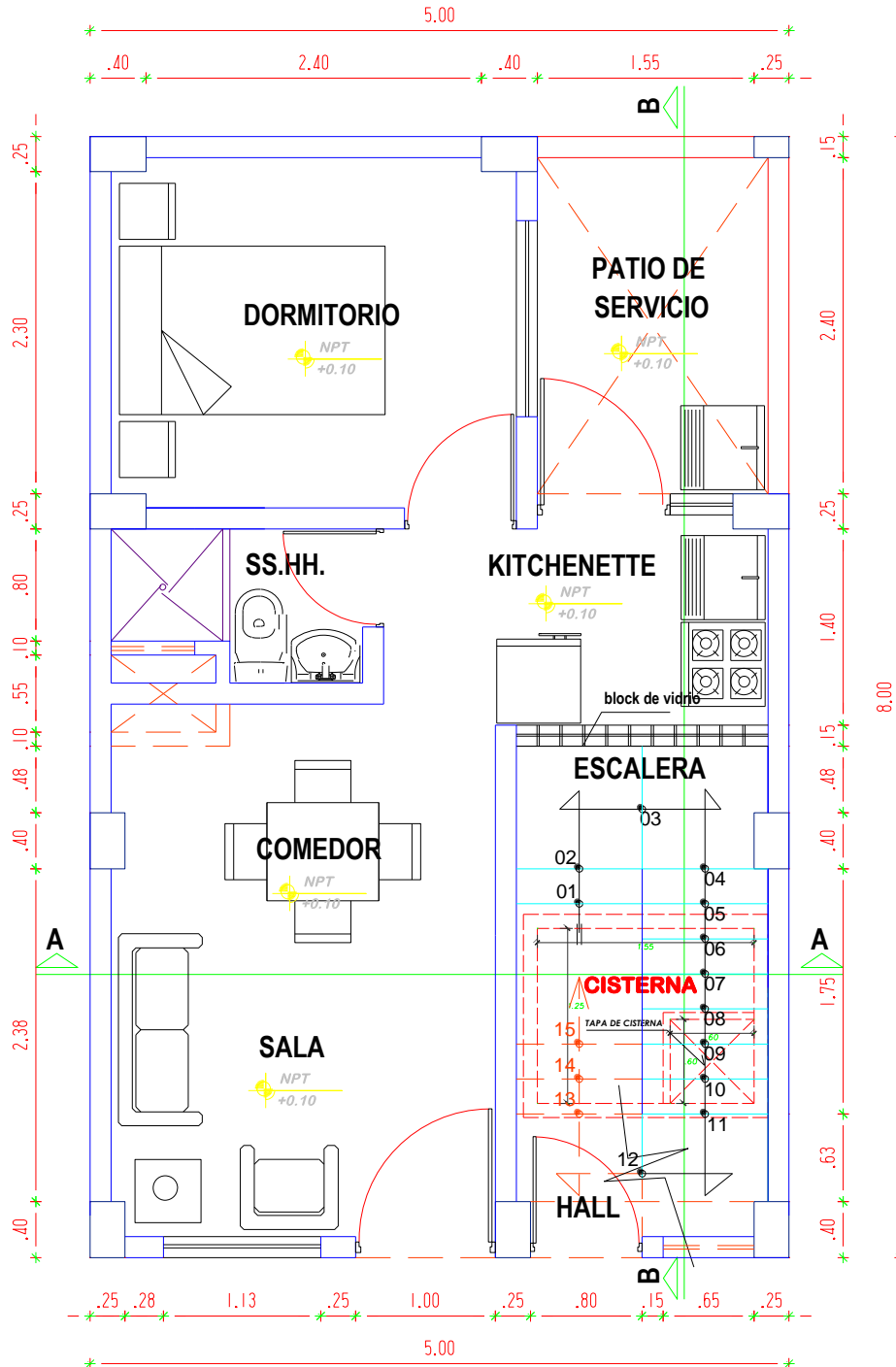


Nota: La figura muestra las probetas para los ensayos de compresión y flexión de concreto armado con acero y bambú. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°12

“PLANOS DE ARQUITECTURA”

Arquitectura de la vivienda – primer nivel.

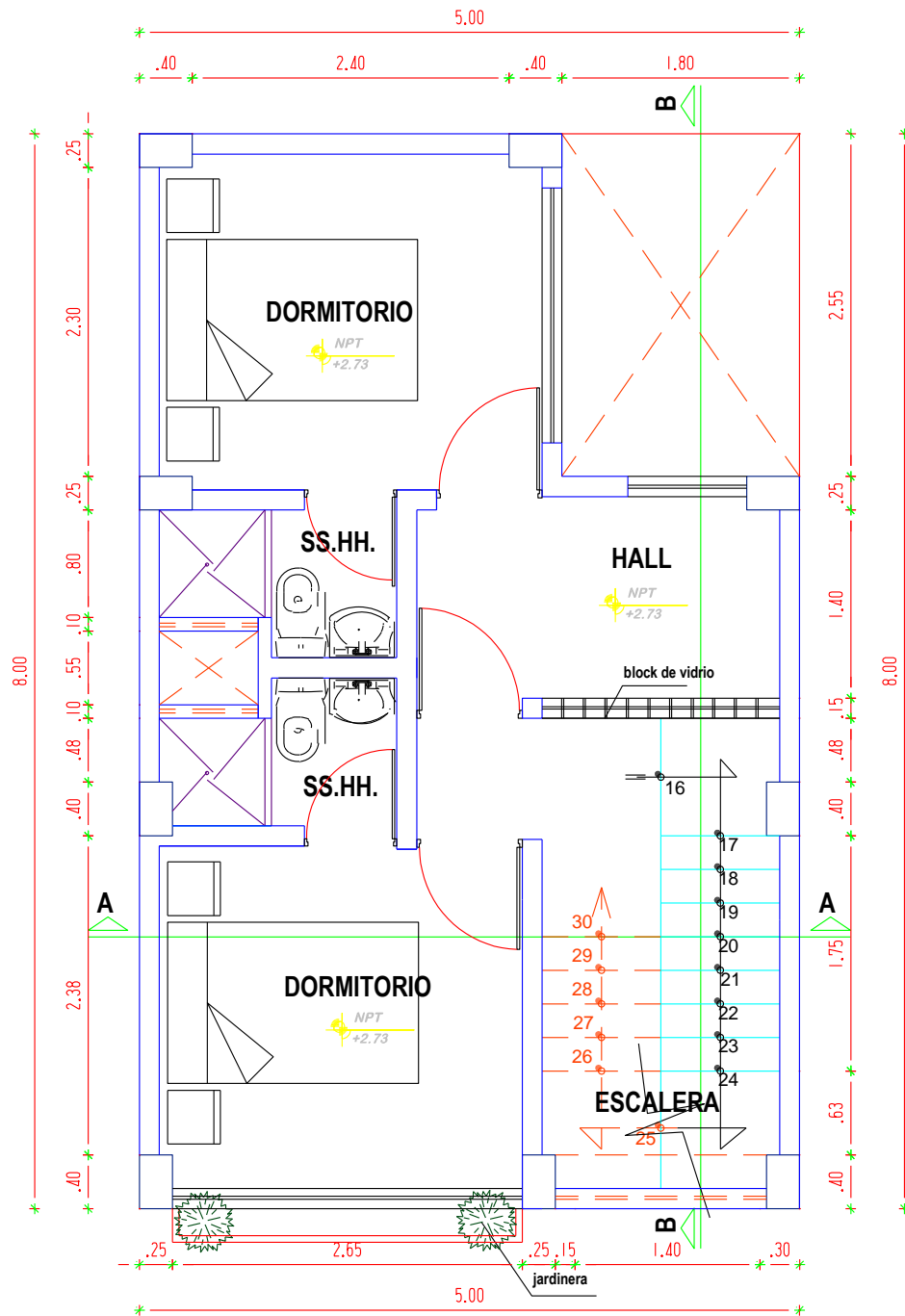


PRIMER NIVEL

ESC: 1/50

Nota: El plano se otorgó por parte de un Ing, Civil, especialista en diseño estructural.

Arquitectura de la vivienda – Segundo nivel.

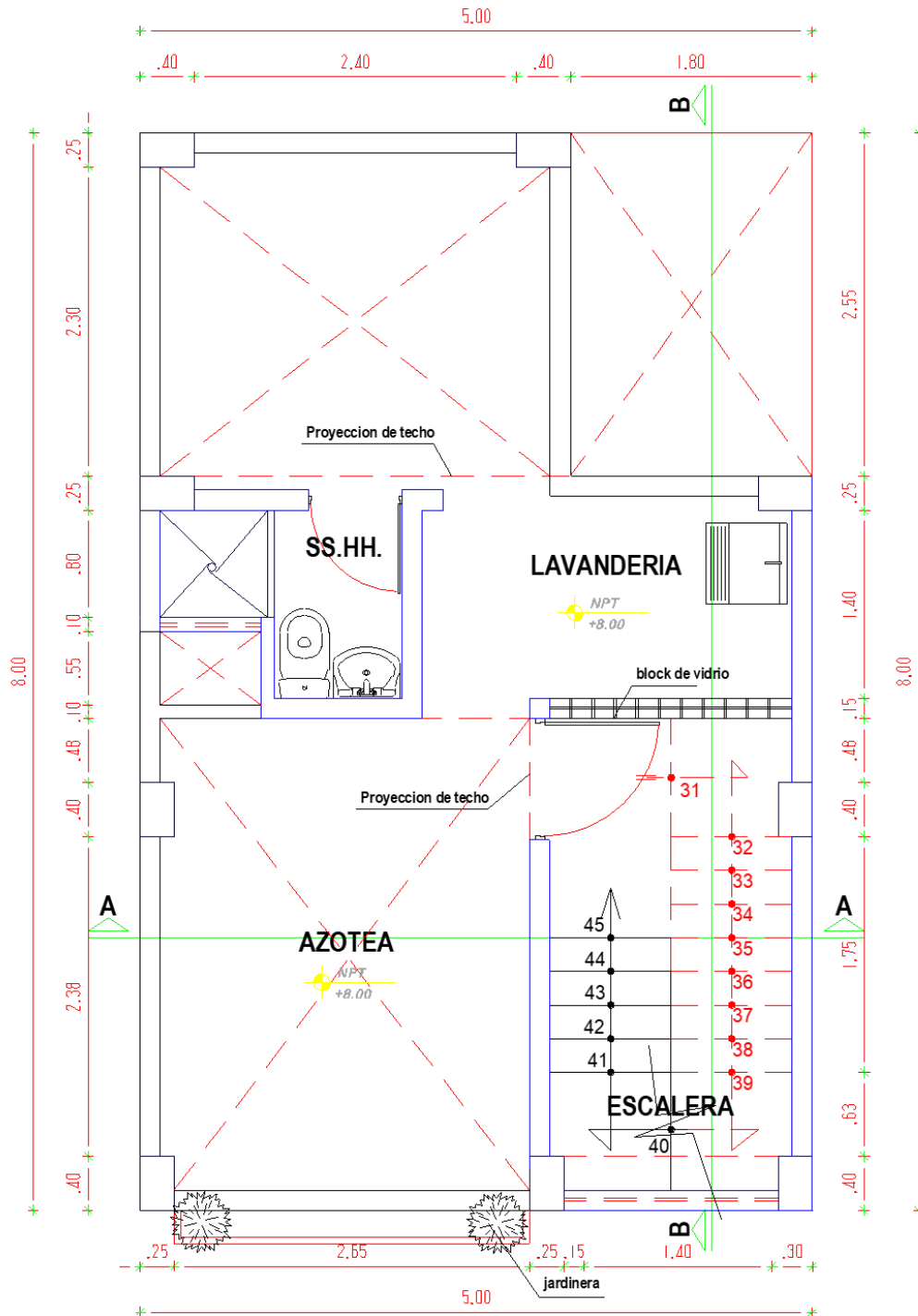


SEGUNDO NIVEL

ESC: 1/50

Nota: El plano se otorgó por parte de un Ing, Civil, especialista en diseño estructural

Arquitectura de la vivienda – Azotea



AZOTEA
ESC: 1/50

NOTA: El plano se otorgó por parte de un Ing. Civil, especialista en diseño estructural.

ANEXO N°13

“Modelado en ETABS”

(Ver carpeta de anexo 13)

ANEXO N°14

“PROCESAMIENTO DE DATOS EN EXCEL”

(Ver carpeta de anexo 14)

ANEXO N° 15

“Rupturas de probetas cilíndricas y de vigas”

Foto 25

Medida de probetas



Foto 26

Evidencia de rompimiento de probetas con armado de bambú a compresión



Foto 27

Probetas de bambú ensayadas en la máquina de compresión



Foto 28

Resultados de compresión con probetas de armado de bambú

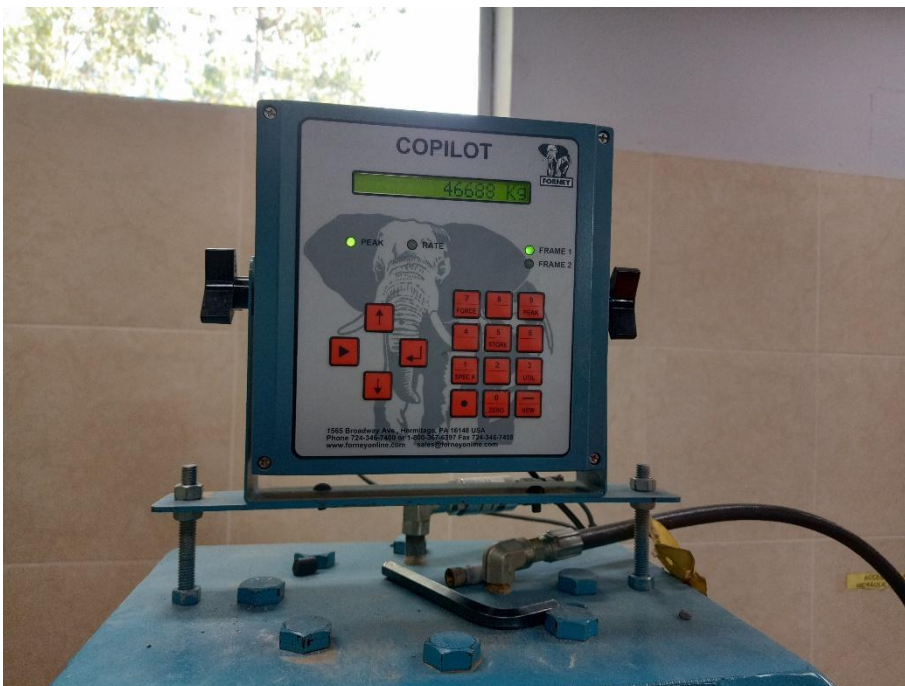


Foto 29

Evidencia de rompimiento de probetas a flexión



Foto 30

Evidencia falla a flexión de concreto armado con bambú

