



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada
con bambú guadua, Lima 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sanchez Ponte, Richard Anthony (orcid.org/0000-0003-1078-5537)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi maravillosa familia, por estar siempre presente en cada momento importante de mi vida. Por su apoyo para seguir cumpliendo mis metas, por las porras y ánimos durante mis años de formación profesional como ingeniero.

Agradecimiento

El trabajo realizado lo dedico con mucho cariño para mis padres, Ricardo y Cati, que han sido el apoyo fundamental para lograr los objetivos propuestos, ya que, con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron a seguir con la carrera, quienes siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra, muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimiento.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS.....	31
ANEXOS.....	35

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto</i>	14
Tabla 2. <i>Composición química de bambú</i>	15
Tabla 3. <i>Cantidades de ensayos de muestras prismáticas de 120 cm x 25 cm x 30 cm para los ensayos de flexión</i>	19
Tabla 4. <i>Resultados del ensayo de tracción</i>	22

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Ensayo a flexión del concreto	12
<i>Figura 2.</i> Bambú guadua	15
<i>Figura 3.</i> Muestra de bambú guadua	21
<i>Figura 4.</i> Ensayo de tensión del bambú	21
<i>Figura 5.</i> Sección de bambú	22
<i>Figura 6.</i> Detalle de colocación de bambú	23
<i>Figura 7.</i> Detalle de colocación de estribo	24

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua. Esto indica que se determinó el comportamiento estructural de una viga de concreto convencional, sometida a flexión, reforzada con bambú de la especie guadua angustifolia y de una viga reforzada con acero, mediante ensayo experimental en laboratorio, la investigación se realiza con la finalidad de poder comparar dichos refuerzos tanto el de bambú como el de acero. La investigación es de tipo cuasi experimental en la cual se buscará comparar los datos obtenidos (deformaciones y esfuerzos máximos), de las 2 muestras, tanto de la viga de concreto reforzada con acero como la de la viga de concreto reforzada con bambú para poder llegar a una conclusión más certera del buen o mal desempeño del bambú utilizado como refuerzo principal de una viga de concreto mediante ensayo a flexión. Entre los resultados se encontró que de acuerdo a los resultados del laboratorio se pudo notar que la carga promedio encontrada fue de 4.23 Tn generando un momento flector promedio de 1.19 Tn.m, alcanzando una deflexión promedio de 4.93 mm y con un módulo de ruptura promedio de 258.7 Tn/m², y de acuerdo a los resultados del laboratorio se pudo notar que la carga promedio encontrada fue de 3.72 Tn generando un momento flector promedio de 1.05 Tn.m, alcanzando una deflexión promedio de 3.72 mm y con un módulo de ruptura promedio de 227.13 Tn/m².

Palabras clave: bambú guadua, deformaciones, esfuerzos, diseño de mezcla, flexión.

Abstract

The objective of this research is to evaluate the flexural behavior of a concrete beam reinforced with guadua bamboo. This indicates that the structural behavior of a conventional concrete beam, subjected to bending, reinforced with bamboo of the *guadua angustifolia* species and of a steel-reinforced beam, was determined through experimental laboratory testing, the research is carried out with the purpose of being able to compare these reinforcements both bamboo and steel. The research is of a quasi-experimental type in which the data obtained (deformations and maximum stresses) of the 2 samples will be compared, both from the steel-reinforced concrete beam and from the bamboo-reinforced concrete beam in order to arrive at to a more accurate conclusion of the good or bad performance of the bamboo used as the main reinforcement of a concrete beam by means of a bending test. Among the results, it was found that according to the laboratory results, it was possible to notice that the average load found was 4.23 Tn, generating an average bending moment of 1.19 Tn.m, reaching an average deflection of 4.93 mm and with an average modulus of rupture. of 258.7 Tn/m², and according to the results of the laboratory it was possible to notice that the average load found was 3.72 Tn generating an average bending moment of 1.05 Tn.m, reaching an average deflection of 3.72 mm and with a modulus of rupture average of 227.13 tons/m².

Keywords: guadua bamboo, deformations, efforts, mix design, bending.

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se planteó con la finalidad de conseguir el funcionamiento de una viga de concreto armada que estará simplemente apoyada en sus extremos y afectada por una carga como lo indica la norma NTP 339.078, la cual menciona que se aplica dos cargas en la separación de los tercios de la viga, al mismo tiempo se realizó una viga pero ya no estuvo reforzada con acero longitudinal, en su reemplazo se colocara bambú angustifolia, este material a su vez estará colocado como si fuera el acero longitudinal de una viga de las mismas dimensiones que la viga armada, para luego realizar los ensayos respectivos y poder determinar su comportamiento como refuerzo longitudinal y al mismo tiempo compararla con la viga de concreto armado. Lo que se busca es poder determinar la funcionalidad del bambú angustifolia como refuerzo estructural en una viga, pudiendo trabajar a flexión y ser aplicada en algún tipo de edificaciones.

El bambú tiene una característica muy importante, las cuales son su flexión y su resistencia, esta es utilizada en muchos países y en el nuestro ya se encuentra normada en la norma E.100, hay ciertas investigaciones donde se ha realizado, pero no aplicada de la misma forma que esta investigación sino colocada como un solo elemento en distribución de toda la viga como lo menciona la investigación de Aybar (2018) donde realizaron el diseño de una viga a escala real y colocaron un solo bambú de gran dimensión en la parte inferior de la viga para que trabaje a flexión pero no se utilizó estribos, lo que utilizaron un aditivo que unía por medio de adición el concreto con el bambú angustifolia. En esta investigación determinaron que el bambú era beneficioso, pero para estructuras menores como azoteas o para sostener losas donde no se le pueda aplicar cargas considerables.

A pesar de las excelentes propiedades mecánicas del acero y su rentabilidad en relación con otros metales, ha habido interés en reemplazar el acero por materiales que sean más baratos y más fácilmente disponibles en los países en desarrollo. El interés en sustituir el acero por bambú para reforzar el concreto no es nuevo. A principios del siglo XX, Chow (1914) realizó el primer estudio en el MIT sobre el uso del bambú como refuerzo en el concreto. Su interés se despertó por la alta resistencia a la tracción del bambú y su disponibilidad en su país de origen, China.

En el Perú, el bambú es uno de los materiales potenciales como sustituto del refuerzo de acero porque en la piel del bambú tiene una alta resistencia a la tracción. La atención de los investigadores y las industrias se ha centrado en materiales como las fibras vegetales, incluido el bambú, la tierra, los desechos de la industria, la minería y la agricultura para aplicaciones de ingeniería. Y según [3], el bambú es uno de los reemplazos adecuados de la barra de refuerzo en concreto para construcciones de bajo costo. El bambú es natural, barato, ampliamente disponible y, lo que es más importante, fuerte tanto en tensión como en compresión. Una investigación realizada por [4] reveló que el bambú podría usarse como sustituto del refuerzo de acero. Esto sugiere que el bambú se puede usar para reemplazar el acero dulce para la construcción estructural de bajo costo.

La actual tesis presenta una metodología experimental, dentro de las metodologías experimentales podría indicarse que esta investigación se basa en la cuasi experimental ya que nuestra variable independiente representada por el bambú influirá en los resultados del análisis de la viga de concreto y se intentara determinar los esfuerzos y deformaciones máximas, de las vigas elaboradas en el laboratorio y luego ensayada a flexión.

La formulación del problema nos permitirá hacernos la pregunta más importante que tendremos que responder en esta investigación para la cual tendremos que desglosarla en 3 problemas específicos. Problema general: ¿Cuál es el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021? Del mismo modo los problemas específicos son: ¿Cuál es la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021? ¿Cuál es el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021? ¿Cuál es la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021?

En relación a la justificación de la teórica: Se utilizará todo lo referente al bambú angustifolia, que incluye normas, antecedentes, datos preliminares de libros y artículos de investigación donde se haya elaborado algún tipo de refuerzo con bambú angustifolia en su estado completo. Metodológica: Se aplicará una metodología cuasi experimental que estará fundamentada por el cambio del

comportamiento mecánico (resistencia a la flexión) de una viga reforzada con bambú angustifolia y poder determinar la influencia de la misma en esta viga, de este modo el bambú alterará las propiedades mecánicas de la viga y producirá cambios en ella. Práctica: Identificar el necesario transcurso del ajuste del ejemplar, el cual es el bambú del mismo modo los distintos mecanismos y técnicas provechosos con el fin de constituir las cuantificaciones exactas para la ejecución del ensayo experimental. Social: El uso de bambú permitirá disminuir el uso de acero longitudinal en vigas que no requieran tanto esfuerzo de flexión y poder disminuir los costos de la construcción de una viga de concreto armado, sabiendo que es el acero el que genera mayor gasto en este tipo de elemento estructural.

La hipótesis general: Es adecuado el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Para poder sustentar la hipótesis general se necesita de las siguientes hipótesis específicas: Se determinó la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Se determinó el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Se determinó la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021.

Los objetivos planteados en esta investigación se indican a continuación. Objetivo general: Evaluar el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Objetivo específico: Determinar la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Determinar el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021. Determinar la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Qingfang y Liu (2019). Este artículo tuvo como objetivo aprovechar al máximo las ventajas del bambú y plástico BFRP para mejorar el comportamiento mecánico de la viga de bambú laminada. La metodología fue cuasi experimental y propone una viga compuesta de plástico-bambú reforzado con fibra de basalto. En el procedimiento se incluye un programa de prueba de dos pasos: (1) prueba de doble cizallamiento para el comportamiento de unión entre el BFRP y el bambú laminado y (2) prueba de carga para el comportamiento mecánico de las vigas compuestas de bambú laminado y BFRP-bambú. Entre los resultados la prueba de doble cizallamiento de bambú BFRP muestra que en la etapa de carga inicial no se observaron cambios significativos y se escuchó un ligero ruido cuando la carga era aproximadamente del 70 al 80% de la carga máxima. La muestra falló rápidamente después de la carga final. Del mismo modo se observó la inestabilidad fuera del plano hasta que la carga aplicada alcanzó los 24,99 kN. Es obvio que las fibras de bambú en la superficie lateral de las muestras se fracturaron debido a la deformación fuera del plano por ello la fractura de las fibras de bambú a la carga aplicada de 24,00 kN, con un pequeño ruido. Entre las conclusiones más resaltantes tenemos: que se ha demostrado que el comportamiento de unión entre el BFRP y el bambú laminado está relacionado con la resina de la superficie recubierta, los tipos de materiales de unión y el tratamiento aplicado. La resina de la superficie disminuye el comportamiento de unión debido a la alta compacidad del bambú laminado y el tratamiento aplicado puede mejorar ligeramente el comportamiento de la unión.

Yang y Kunpengy (2020). Este artículo tuvo como objetivo el estudio experimental sobre el comportamiento de fluencia del bambú recombinante. La metodología fue cuasi experimental. Resultados: El modo de falla típico de los especímenes de bambú recombinante bajo una carga duradera a un nivel de carga alto (nivel de resistencia del 60%) fue la falla por pandeo y la fractura por fragilidad debido a la fluencia por compresión y el desarrollo de fluencia por tracción, respectivamente. Cuando la carga es inferior al nivel de resistencia del 40%, no se pueden observar signos claros de falla en las superficies de las muestras. Conclusiones: Bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad, para las muestras de bambú a altos niveles

de carga (nivel de resistencia del 60%), la deformación por fluencia se desarrolla inicialmente de manera inestable y aumenta rápidamente hasta que falla; para las muestras de bambú con niveles de carga bajos (inferiores al nivel de resistencia del 40%), la deformación por fluencia se desarrolla rápidamente en la etapa inicial (dentro de 1,5 horas) y se desarrolla de manera estable en las etapas media y tardía (después de 1,5 horas)..

Abdullah (2020). Este artículo tuvo como objetivo aplicar el uso del bambú como refuerzo en el concreto. Metodología: Esta investigación se llevó a cabo utilizando una combinación de pruebas experimentales y modelado de elementos finitos. Incluyó pruebas de flexión de vigas reforzadas con bambú y pruebas de extracción de tablillas de bambú. Resultados: Se presenta un modelo de deflexión que tiene en cuenta el efecto del bajo módulo de elasticidad del refuerzo de bambú y su unión más débil con el concreto en comparación con el acero. Se analiza la figuración del concreto armado con bambú y los resultados se utilizan para validar modelos de fisuración establecidos. Conclusiones: Se puede lograr una capacidad de servicio equivalente a hasta un 1% de concreto reforzado con acero utilizando refuerzo de bambú en haz de cartón ondulado. Con un porcentaje de refuerzo más alto, el uso de bambú se vuelve menos práctico debido a la limitación de la trabajabilidad de la sección.

Murni, Narto y Remayanti (2017). Este artículo tuvo como objetivo presentar la evaluación del uso de fibra de bambú para mejorar el desempeño del concreto reforzado con bambú en el área de la fisura por tensión. Para lograr este objetivo, se realizaron una serie de pruebas. La metodología fue cuasi experimental y el tamaño de la viga de concreto es de 15 cm x 20 cm x 160 cm con refuerzo de bambú y agregado de piedra pómez. El refuerzo de bambú se cubrió con arena para que la superficie se volviera rugosa. El tipo de bambú obtenido de los productores de brochetas en Cemoro Kandang Malang se llama bambú Ori. Los resultados mostraron que la fibra de bambú puede reducir el ancho de la fisura y la deflexión del concreto y aumentar la capacidad de carga de la viga posterior a la figuración. Conclusiones: La cantidad de fibra tiene efecto sobre la trabajabilidad y la calidad del concreto. Sin embargo, la fibra de bambú puede prevenir el crecimiento y propagación de grietas.

Echavarría, Jiménez y Ochoa (2016). Este artículo tuvo como objetivo determinar el comportamiento mecánico de vigas de madera laminada reforzadas con fibra de vidrio y bambú. La metodología fue experimental y propone una viga que se refuerza en la zona traccionada y en las caras laterales con los refuerzos de fibra de vidrio y de bambú. El resultado de este trabajo experimental muestra la relación de resistencia a la flexión reforzada y no reforzada utilizando fibra de vidrio como refuerzo es del 11%. El aumento del uso de bambú es del 22%. La Tabla 10 resume los resultados comparativos. El comportamiento mecánico de las vigas laminadas laminadas reforzadas será más homogéneo y aumentará la fiabilidad de toda la estructura. Entre las conclusiones se muestra que la fibra de vidrio y el bambú cambió la capacidad resistente de la viga de madera laminada y se da un aumento en la carga de ruptura y en la rigidez de las vigas reforzadas respecto a las vigas no reforzadas.

Adom y Afrifa (2016). Este estudio tuvo como objetivo explorar formas de hacer que el uso de vigas de concreto reforzado con bambú sea simple, eficiente y rentable para la construcción rural con Ghana como estudio de caso. La metodología fue cuasi experimental y los materiales de la red considerados fueron bambú, caña de ratán y acero. Se probaron dieciséis (16) vigas para fallar bajo pruebas de flexión de cuatro puntos. Entre los resultados las cargas de falla más altas y más bajas se registraron para los casos de estribos de acero y sin estribos respectivamente. Las cargas de falla experimentales promediaron 5.05 y 1.72 veces la primera fisura observada y las cargas de falla teórica, respectivamente. Entre las conclusiones más importante se puede mencionar que la ductilidad del refuerzo de bambú a tensión es baja y la falla de las vigas se caracteriza por la división del concreto del refuerzo de tensión y la falla por fragilidad. La capacidad de corte se mejora mediante una mayor cantidad de refuerzo de tensión y la adición de refuerzo de red.

Archila (2018). El objetivo de este artículo abordó "concreto reforzado con bambú" y evalúa su desempeño estructural y ambiental como una alternativa al concreto armado con acero. La metodología fue cuasi experimental. Entre los resultados se ha demostrado que algunos tratamientos superficiales que mejoran la unión son suficientes para impartir la capacidad de unión requerida. No obstante, el diseño

"sin fisuras" requerido aumenta las dimensiones de los miembros de concreto y tiene un efecto de "goteo" que da como resultado un aumento de los requisitos de cimentación y encofrado. Entre las conclusiones los autores proponen que el concreto armado con bambú es un concepto mal considerado. Más importante aún, los autores proponen que el refuerzo de bambú, si se usa de manera segura, no es una alternativa ecológica o sostenible al acero. Como se ha demostrado, el concreto armado con bambú debe diseñarse para que no se agriete; la presencia de refuerzo de bambú está destinada a impartir un grado de ductilidad a la sección, y puede impartir cierta capacidad de reserva posterior al agrietamiento, en caso de una sobrecarga que provoque el agrietamiento.

Noriko (2020). Este artículo tuvo como objetivo optimizar el proceso de diseño de vigas y posibilitar la sustitución del acero por bambú, destacando la validación, desde el punto de vista estructural, obtenida por los autores. La metodología fue cuasi experimental y la elaboración final de la hoja de cálculo se realizó en el software Microsoft Office Excel, incluyendo todas las ecuaciones y adaptaciones necesarias para el correcto diseño estructural de vigas reforzadas de bambú de sección rectangular, sometidas en un momento flector de cuatro puntos. Entre los resultados muestran que las pruebas de comparación validan el procedimiento de la hoja de cálculo electrónica; así, el diseño de vigas de concreto armado de sección rectangular en carga de flexión de cuatro puntos se puede realizar de forma optimizada, obteniendo un área de refuerzo de acero y un área de refuerzo de bambú equivalente. En conclusión, esos resultados apuntan a apoyar la difusión del bambú como material de construcción sostenible, capaz de servir como refuerzo para vigas de concreto bajo esfuerzos de flexión.

Dinesh Bhonde (2019). Esta investigación tuvo como objetivo analizar experimentalmente los esfuerzos de flexión en vigas de concreto armado con bambú. La metodología fue cuasi experimental y evalúa una viga de bambú de concreto reforzado con una carga de cuatro puntos. Los resultados experimentales del último momento de resistencia y el último momento analítico según el método de diseño previsto en IS 456 son casi iguales. Por lo tanto, los parámetros de diseño utilizados en IS 456 se pueden utilizar de manera justa para diseñar la viga de concreto armado de bambú. Conclusión: La resistencia a la tracción del refuerzo de

bambú varía en varios factores, como el tipo de especie, el tipo de tierra de cultivo, las condiciones ambientales, por lo que se recomienda probar las muestras de bambú para determinar la resistencia a la tracción antes de su uso. De manera similar, la alta absorción de agua del bambú degrada la fuerza de unión, se debe tener cuidado de recubrir el refuerzo de bambú con un sellador de agua apropiado, como asfalto.

Muxing Ding (2015). Esta investigación tuvo como objetivo la exploración del uso del concreto de caucho reforzado con bambú (BRRC) como un sistema estándar sostenible. La metodología fue cuasi experimental y se diseñó un modelo de viga de MATLAB basado en una viga de concreto de refuerzo de bambú real para determinar la capacidad de flexión de la viga de concreto de refuerzo de bambú (BRRB) bajo una carga puntual. Los resultados de la simulación muestran que el concreto de refuerzo de bambú está destinado a fallar como falla por tensión, ya que el MOE del bambú es más bajo que el concreto normal. 40% La viga de concreto de refuerzo de bambú hecha con concreto normal ($f'_c = 3000$ psi) tiene falla por tensión. Conclusión: La elección del concreto de alta resistencia no es una opción para aumentar la capacidad de BRC. Cuanto mayor sea la capacidad de compresión del concreto, es más probable que el BRC falle en tensión. El concreto BRRC puede aumentar la capacidad de momento de compresión de la viga al permitir que se enganche más bambú durante la carga.

Dewi y Nuralinah (2017). Esta investigación tuvo como objetivo reforzamiento de vigas de concreto armado con bambú. La metodología fue cuasi experimental y para el agregado grueso se usó una pared de ladrillos de construcción de desechos, y para el agregado fino se sustituyó por un núcleo de plástico de los desechos industriales. La composición de esos agregados debería reducir el peso en un 20% y solo un 3% de disminución de la resistencia. Todos esos resultados de las pruebas mostraron que la capacidad de la viga de flexión solo el 56% de la capacidad, si el refuerzo de bambú en las vigas alcanzó su máxima resistencia. Esta baja capacidad se debe a que el bambú y el concreto no estaban bien adheridos. Conclusión: El uso del bambú para materiales de construcción amigables con el medio ambiente, implementado más rápidamente y con valor

agregado en términos de costo y sustentabilidad ambiental, es muy interesante de estudiar más a fondo.

Javadian, Smith y Hebel (2020). El objetivo de este estudio es evaluar la viabilidad de utilizar este novedoso sistema de refuerzo compuesto de bambú para vigas de concreto armado estructural. La metodología fue no experimental. Los resultados de este estudio indican que las vigas de concreto armado compuesto de bambú muestran cargas finales comparables con respecto a las vigas de concreto armado con polímero reforzado con fibra (FRP) de acuerdo con la norma ACI. Además, los resultados demuestran el potencial del material compuesto de bambú de nuevo desarrollo para su uso como un nuevo tipo de elemento para aplicaciones de elementos de concreto estructural reforzado que no son críticas para la deflexión. Conclusión: Este estudio demuestra que existe un potencial significativo para la implementación práctica del refuerzo compuesto de bambú descrito en este documento. Los resultados de este estudio se pueden utilizar para la construcción de unidades de vivienda de bajo costo y de poca altura donde la necesidad de ductilidad es baja y donde la falla del elemento secundario proporciona una advertencia adecuada de colapso.

Tsutsumoto (2019). La meta de este trabajo es valorar, a través de pruebas de flexión, la conducta estructural de vigas de concreto armado adicionalmente reforzadas con tablillas de bambú. La metodología fue cuasi experimental y para examinar la fuerza de adhesión entre la férula de bambú y el concreto, se realizan pruebas de extracción de los especímenes. Los resultados de los experimentos de extracción de las muestras de prueba muestran el armado de los nodos que conduce a un acrecentamiento de la tracción normal y el rompimiento de la férula y no su traslación. Según las deducciones de las vigas que trabaja a flexión, la representación de tablillas de bambú acrecienta su volumen de carga en asimilación con las vigas que se toman como modelo. Conclusión: El bambú compone un atractivo burdo permisible para incomparables industrias, fundamentalmente en la zona de la edificación, en que se ha aplicado desde años pasados. De este modo, las pruebas que se extraen por deslizamiento manifestaron que la asistencia de los elementos de bambú en los nodos acrecentó un 31% en tensión normal (69,87 a 98 MPa), generando el rompimiento de la tablilla, pero no

su translación. El valor medio de la tensión de afección determinada para los refuerzos fue de 1.1 MPa.

Echezuría (2018). El objetivo principal del proyecto adelantado en la UCAB apunta a viviendas de calidad con materiales y procedimientos poco costosos. La metodología fue cuasi experimental y propone una viga compuesta de plástico-bambú reforzado con fibra de basalto. En el procedimiento se incluye un programa de prueba de dos pasos: (1) prueba de doble cizallamiento para el comportamiento de unión entre el BFRP y el bambú laminado y (2) prueba de carga para el comportamiento mecánico de las vigas compuestas de bambú laminado y BFRP-bambú. Entre los resultados la prueba de doble cizallamiento de bambú BFRP muestra que en la etapa de carga inicial no se observaron cambios significativos y se escuchó un ligero ruido cuando la carga era aproximadamente del 70 al 80% de la carga máxima. La muestra falló rápidamente después de la carga final. Del mismo modo se observó la inestabilidad fuera del plano hasta que la carga aplicada alcanzó los 24,99 kN. Es obvio que las fibras de bambú en la superficie lateral de las muestras se fracturaron debido a la deformación fuera del plano por ello la fractura de las fibras de bambú a la carga aplicada de 24,00 kN, con un pequeño ruido. Entre las conclusiones más resaltantes tenemos: que se ha demostrado que el comportamiento de unión entre el BFRP y el bambú laminado está relacionado con la resina de la superficie recubierta, los tipos de materiales de unión y el tratamiento aplicado.

Aliaga (2021). Este artículo tiene como objetivo establecer la conducta estructural del elemento conocido como viga en flexión agregando en reemplazo del acero longitudinal al bambú, este método estará determinado en un laboratorio por un ensayo experimental. La metodología fue experimental. Los resultados logrados del examen experimental en tensión del modelo de bambú en conjunto se logró el módulo de elasticidad como el más importante apunte a tener en consideración, se consiguió un valor de 179 856.312 Kg/cm². Conclusión: Se ha plasmado, que el procedimiento estructural en la prueba a flexión de la viga armada con bambú, la aplicación de bambú continuó desplegándose de forma constante, posteriormente de sucedida la grieta en el concreto, desde los 09 mm hasta los 31.9 mm, con un importe de plasticidad de 3.37, paralelo la viga de concreto armada con acero (M-

4) se ve una plasticidad de desviación de 5.21; uno y otro resultados expresan, el proceder dúctil de los dos elementos de refuerzo, pero el acero es 61 % más grande que el del bambú.

Las dos propiedades mecánicas básicas del concreto endurecido son su resistencia y su deformabilidad. Están prescritos por el diseño principal de la construcción según las condiciones estáticas, de explotación, tecnológicas y de otro tipo. El diseño principal prescribe algunas otras propiedades condicionadas por la durabilidad de la estructura, tales como: impermeabilidad, resistencia a las heladas, resistencia al desgaste, etc. (Zeña, 2018)

En la norma NTP 339.035 (2016) el asentamiento del concreto fresco está influenciado por la altura del espécimen, la relación agua/cemento (a/c) y la consistencia del concreto. El asentamiento uniforme generalmente no conduce al agrietamiento plástico; más bien es el asentamiento diferencial el que puede conducir al agrietamiento. Asentamiento simulado alrededor de una inclusión rígida incrustada (es decir, una barra de refuerzo). Llegaron a la conclusión de que la profundidad del recubrimiento claro, el tamaño de las barras de refuerzo y el espaciamiento de las barras de refuerzo son los principales factores que afectan la magnitud del asentamiento diferencial. Además, desarrollaron un procedimiento para estimar la tensión de tracción generada sobre la barra de refuerzo.

Se dice que el concreto está fresco cuando el proceso de fraguado y endurecimiento aún no ha comenzado. El hormigón fresco se puede deformar y verter, lo que significa que se puede transportar o bombear y utilizar para rellenar moldes y encofrados. Las características de la estructura y las técnicas de colocación del hormigón determinan la composición del hormigón cuya consistencia se ajusta luego sobre la base de la prueba de asentamiento del cono de Abrams. La trabajabilidad es fundamental para que el hormigón llene completamente los moldes y encofrados, cuya forma puede ser compleja, y para cubrir correctamente la armadura. La trabajabilidad está influenciada por muchos parámetros: la naturaleza y proporción del cemento, la forma de las partículas del agregado, la proporción de agua y el uso de aditivos. (Zeña, 2018)

La resistencia a flexión es una característica con la cual el concreto no cuenta, de este modo el concreto necesita de distintos tipos de refuerzo para poder adquirir cierta capacidad de flexión, en algunos casos es necesario agregarle fibras adicionales aparte del acero de refuerzo, pero si el concreto está presente en una viga sin acero de refuerzo simplemente la viga colapsaría. Según el ASTM (2016) la resistencia a la flexión de elementos de hormigón de resistencia normal se diseña utilizando parámetros de bloques de tensión rectangulares. Los códigos de diseño actuales proporcionan los parámetros del bloque de tensión rectangular para una metodología de diseño simplificada. Sin embargo, estos bloques de tensión están determinados por ensayos de columnas de hormigón armado y tienen limitaciones aparentes (Pacheco, 2016)

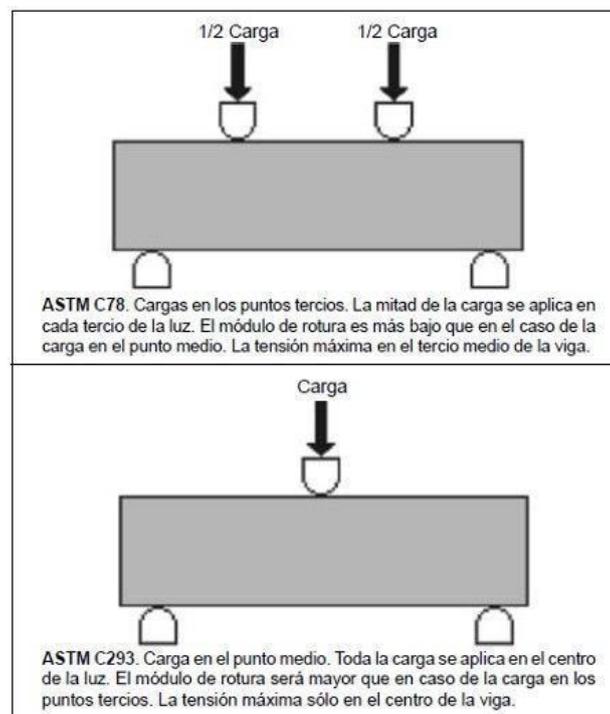


Figura 1: Ensayo a flexión del concreto

Fuente: Carrasco, (2016)

Según el ACI (1997) el procedimiento para el ensayo de flexión consiste en ciertos pasos estos son: Prepare el espécimen de prueba llenando el concreto en el molde en 3 capas de aproximadamente el mismo espesor. Apisonar cada capa 35 veces usando la barra de apisonado como se especifica arriba. El apisonado debe distribuirse uniformemente sobre toda la sección transversal del molde de la viga y en toda la profundidad de cada capa. Limpie las superficies de apoyo de los rodillos

de soporte y carga, y quite cualquier arena u otro material suelto de las superficies de la muestra donde van a hacer contacto con los rodillos.

Se utilizarán rodillos circulares fabricados en acero con una sección transversal de 38 mm de diámetro para dar apoyo y puntos de carga a las probetas. La longitud de los rodillos debe ser al menos 10 mm mayor que el ancho de la muestra de ensayo. Se utilizarán un total de cuatro rodillos, tres de los cuales deberán ser capaces de girar sobre sus propios ejes. La distancia entre los rodillos exteriores (es decir, el tramo) será $3d$ y la distancia entre los rodillos interiores será d . Los rodillos interiores deben estar igualmente espaciados entre los rodillos exteriores, de modo que todo el sistema sea sistemático (Pajares, 2015)

El espécimen almacenado en agua se debe ensayar inmediatamente después de sacarlo del agua; mientras todavía están húmedos. El espécimen de prueba debe colocarse en la máquina correctamente centrado con el eje longitudinal del espécimen en ángulo recto con los rodillos. Para especímenes moldeados, la dirección de llenado del molde debe ser normal a la dirección de carga. La carga se debe aplicar a una tasa de carga de 400 kg/min para los especímenes de 15,0 cm y a una tasa de 180 kg/min para los especímenes de 10,0 cm (Pajares, 2015)

La relación agua-cemento es una medida conveniente cuyo valor está bien correlacionado con la resistencia y durabilidad. En general, las menores relaciones agua-cemento producen más fuerte y duradero. Si los pozzolans naturales se utilizan en la mezcla (como la ceniza de mosca), entonces la relación se convierte en una relación material cementosa de agua (material cementoso = cemento portland + material pozzolanico). El método ACI basa la selección de la relación agua-cemento en la resistencia a la compresión deseada y, a continuación, calcula el contenido de cemento necesario en función de la relación agua-cemento seleccionada. La tabla es una estimación general de la resistencia a la compresión de 28 días frente a la relación agua-cemento (o relación agua-cemento). Los valores en esta tabla tienden a ser conservadores (ACI, 2000)

Tabla 1: *Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.*

Relación agua/cemento de diseño en peso		<i>resistencia a la compresión del concreto a los 28 días</i>
Concreto con aire incorporado	Concreto sin aire incorporado	
-	0.38	
-	0.43	
0.40	0.48	
0.46	0.55	
0.53	0.62	
0.61	0.70	
0.71	0.80	

Fuente: ACI (2000).

Bambú es el nombre que reciben las plantas de la subfamilia Bambusoideae, de la familia de las gramíneas. Esta subfamilia se divide en dos tribus, los Bambuseae, que se denominan bambúes leñosos y los Olyrae, que se denominan bambúes herbáceos. Es, por tanto, una gramínea gigante, como el maíz, la cebada, el trigo, la caña de azúcar, entre otras, no siendo un árbol, como comúnmente lo caracterizan la mayoría de las personas. Por las características de su tallo, se considera una planta leñosa, clasificada como angiosperma, ya que tiene semillas protegidas y produce frutos, y monocotiledóneas, que son plantas que tienen raíces fasciculadas. (Zeña, 2018)

Los bambúes nacen con el diámetro que tendrán a lo largo de su vida. Este diámetro es mayor cerca de la base y disminuye con la altura hacia la punta (es decir, el bambú es geoméricamente un tronco de cono), pero nunca aumenta con los años, lo que normalmente ocurre con las especies de árboles. Alcanza su diámetro máximo alrededor del cuarto o quinto año después de la siembra: más grande cerca de la base, disminuyendo con la altura hacia la punta. La longitud de sus entrenudos aumenta desde la base hasta la mitad del culmo, disminuyendo desde allí hacia la parte superior, con un promedio de 20 a 35 cm en la mayoría de las especies. El período de crecimiento de un culmo, desde que emerge del suelo hasta que alcanza su altura máxima, es de 80 a 110 días en especies del grupo paquimorfo y de 30 a 30 días 80 días en las especies del grupo de los leptomorfo. En condiciones normales y en el momento de mayor desarrollo. (Tong, 2019, p. 54)

El bambú se puede usar en la planificación de la construcción porque, según sus propiedades, la resistencia mecánica del bambú tiene una alta resistencia a la

tracción y una alta resistencia a la compresión, por lo que puede usarse para reforzar el suelo. El bambú que tiene buena calidad también tendrá buenas propiedades mecánicas porque el bambú que tiene buena resistencia a la compresión, el resultado de laboratorio también muestra que el bambú también tiene buena resistencia a la tracción. (Siswanto, 2019)



Figura 2: Bambú guadua

Fuente: Carrasco, (2016)

Tabla 2. *Composición química de bambú.*

Nutrientes	Valores
Carbono (%)	45.71
Hidrogeno (%)	5.96
Oxigeno (%)	45.76
Azufre (%)	41.40
Azufrados (%)	11.15
Material Volátil (%)	76.36
Ceniza (%)	3.19

Fuente: Rojas (2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Basándonos en la metodología del investigador Tacillo, la actual exploración es de tipo aplicada por que pretende forjarse en teorías y normas científicas que están sostenidas en diferentes tipos de investigaciones reconocidas a nivel mundial, también se busca establecer la influencia del bambú guadua en el comportamiento mecánico a flexión de vigas de concreto con la finalidad de mejorarlo.

Diseño de investigación

Del mismo modo para el diseño según la metodología del investigador Tacillo, se demuestra que la contemporánea tesis es un diseño de la investigación cuasi experimental, ya que se tratara la variable independiente (bambú guadua) para medir su influencia en el cambio en la variable dependiente (Comportamiento a flexión de una viga de concreto).

3.2. Variables, operacionalización

Variable independiente: Bambú guadua

Definición conceptual:

Según Huamani (2017) El bambú son de plantas de sus cuyos diámetros varían de 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%, Por funcionalidad, geometría y dosificación. Las propiedades mecánicas a la tensión son las más importantes en el bambú, dado que son típicamente usadas en tensión o esfuerzos complejos que incluyen tensión. (p. 53)

Definición operacional:

A través de la aplicación de bambú se busca mejorar la capacidad de resistencia del concreto a la flexión, el bambú será medido por sus dimensiones y propiedad de elasticidad.

Dimensiones 1: Dimensiones del bambú

Indicadores

Ancho (cm)

Espesor (cm)

Dimensiones 2: Elasticidad del bambú

Indicadores

Módulo de Young (N/cm²)

Escala de medición: Razón.

Variable dependiente: Comportamiento a flexión de una viga de concreto

Definición conceptual:

Jordano y Martins (2018) El concreto no tiene una buena capacidad para resistir la flexión por sí solo, por lo cual siempre tiene que llevar refuerzo para poder soportar este tipo de resistencia, normalmente se le coloca acero como refuerzo para el concreto armado. (p. 36)

Definición operacional:

El comportamiento a flexión de una viga de concreto serán medidas a través de los ensayos que plantea las normas técnicas peruanas y se realizarán en un laboratorio certificado, en los cuales se medirán la deformación máxima en flexión y esfuerzo máximo en flexión.

Dimensiones 1: Deformación máxima en flexión

Indicadores

Tiempo de curado Flecha máxima (mm)

Dimensiones 2: Esfuerzo máximo en flexión

Indicadores

Momento flector (Tn.m)

Dimensiones 3: Fuerza máxima aplicada

Indicadores

Módulo de rotura (Mpa)

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de esta investigación está comprendida por el diseño de todas las vigas de concreto reforzado según la Norma E.060 y la Norma E.100 del bambú.

Muestra:

La muestra de esta investigación está determinada por 3 vigas de concreto armado donde sus dimensiones son 120 cm x 30 cm x 30 cm y 3 vigas de concreto reforzada con bambú guadua donde sus dimensiones son de 120 cm x 30 cm x 30 cm.

Muestreo:

Para el muestreo se estableció como no probabilístico intencional, las cuales se realizarán distribuidas por el tiempo de ruptura, donde las cantidades estarán determinadas a continuación en la tabla 1:

Tabla 1: *Cantidades de ensayos de muestras prismáticas de 120 cm x 30 cm x 30 cm para los ensayos de flexión.*

Comportamiento mecánico a flexión de vigas	N° de muestras prismáticas a los 28 días
Reforzadas con acero	3
Reforzadas con bambú guadua	3
TOTAL	6

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para el propósito de exploración la técnica constará en experiencias normalizadas bajo el NTP, ASTM y ACI, de este modo queda garantizado la forma de aplicación

que se tiene que usar en los procedimientos para el concreto utilizado en el diseño de este elemento estructural conocido como viga, del mismo modo se encuentra contemplado que nuestras normas nos permitirán utilizar todo relacionado al bambú y sus aplicaciones.

Instrumentos de recolección de datos

El laboratorio brindara toda la documentación donde estará fichas donde se tomará todas las medidas que resultaran de todo el proseo que generara los ensayos.

Las pruebas relacionadas a los esfuerzos a flexión de vigas prismáticas estarán reflejadas en fichas para la recopilación de datos.

3.5. Procedimiento

- Para poder realizar el presente proyecto primero se realiza la recolección de los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso y agua).
- Luego se procedió a llevar los agregados al laboratorio para los ensayos respectivos.
- Se realizará el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Después se preparará el refuerzo tanto de acero como el de bambú.
- Se verterá el concreto en las probetas prismáticas 30 cm x 30 cm x 120 cm.
- Se realizará la ruptura de los prismas a los 28 días de curado.

3.6. Método de análisis de datos

En la actual publicación se procura manipular las instrucciones establecidas por el NTP y ASTM, en el cual el propósito estará basado en la obtención de información de las pruebas del laboratorio y registrarlos, del mismo modo busca utilizar el Microsoft Excel con la finalidad de tener cálculos precisos de la investigación en el proceso de la recopilación, manifestación de cuadros y la distribución de las programaciones.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio está basado enteramente en la información brindada por mi autoría, así como todos los estudios fueron brindados por el laboratorio al cual se le indico toda la información basada en hechos reales y confiables.

IV. RESULTADOS

Dimensiones del bambú

El bambú tomado como muestra y que se usara como refuerzo de la viga tiene un ancho 5.87 cm, un espesor de 8.45 mm y un largo de 5.49 m. de los cuales se consideró 35 bambús para los ensayos.



Figura 3: Muestra de bambú guadua

Fuente: Propia

Elasticidad del bambú

Para conseguir el módulo de elasticidad de la muestra de bambú de la familia guadua angustifolia, el cual se empleará consecutivamente para la prueba a flexión, se realizó un ensayo de tracción en el laboratorio JBO Ingenieros SAC. Este ensayo de tracción se aplicó por medio de una máquina de tensión como se muestra.

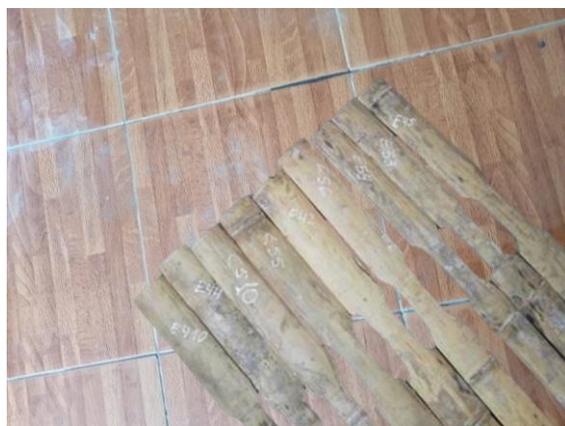


Figura 4: Ensayo de tensión del bambú

Fuente: Propia

Tabla 4: Resultados del ensayo de tracción.

Característica de la probeta	
Espesor	8.45 mm
Ancho	20.20 mm
Sección	170.69 mm
Módulo de elasticidad	1998958.45 N/cm ²
Límite de fluencia	1890 Kg
Fuerza máxima	3180 Kg
Esfuerzo máxima	18.63 kg/mm ²
Fuerza en 0.2 % deformación plástica	1087 Kg
Esfuerzo en 0.2 % deformación plástica	6.37 kg/mm ²
Relación (Esfuerzo máxima/ Esfuerzo en 0.2 % deformación plástica)	2.93
Longitud entre marcas	20.00 cm
Longitud final entre marcas	22.80 cm
Porcentaje de elongación	14 %

Fuente: Elaboración propia

Transformación del material a su equivalencia.

Cálculo del refuerzo de bambú que tiene un ancho 5.87 cm, un espesor de 8.23 mm y un largo de 5.49 m.

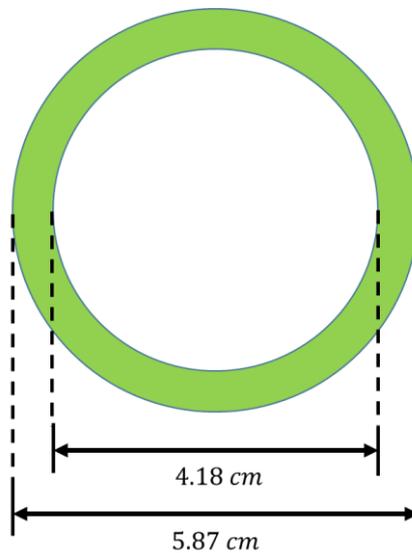


Figura 5: Sección de bambú

Fuente: Propia

Calculamos el Área del bambú

$$A = \frac{\pi(5.87^2 - 4.18^2)}{4} = 13.34 \text{ cm}^2$$

Correspondencia de módulos de Elasticidad para la conversión de material

$$E_{bambu} = 199895.845 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{acero} = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_{bambu}}{E_{acero}} = 0.0951885$$

Área de acero = $n \times$ Área de bambú

$$A_{acero} = n \times A_{bambu} = 1.2698 \text{ cm}^2$$

Tomando en cuenta lo analizado en base al área y a la elasticidad un bambú con diámetro de 5.87 cm equivale a un acero de 1/2.

Área de 1 fierro de 1/2" = 1.27 cm²

En base a la investigación se utilizará una viga de 0.30x0.30 y se utilizará 2 bambús de 5.87 cm de diámetro en reemplazo del acero de 1/2.

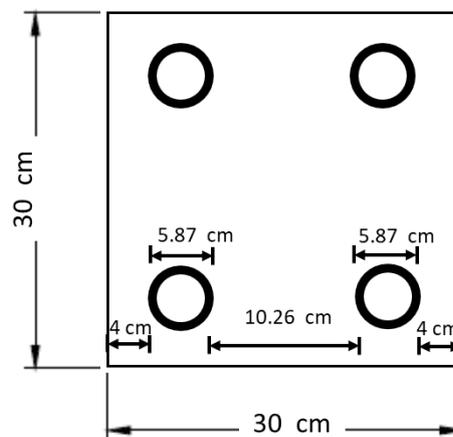


Figura 6: Detalle de colocación de bambú

Fuente: Propia

Elaboración de adherencia entre materiales.

El bambú estará colocado como viga longitudinal, amarrada con estribos para que cumpla las mismas características de una viga armada. El estribo es de 8 mm.

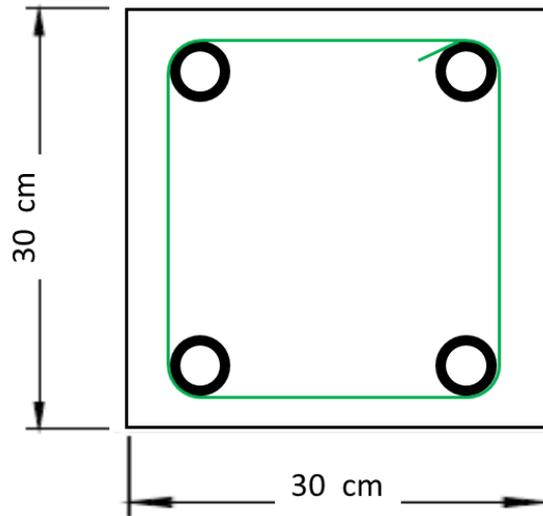


Figura 7: Detalle de colocación de estribo

Fuente: Propia

Viga reforzada con acero y bambú.

Se procedió a elaborar la viga con refuerzo de acero el cual tiene dimensiones de 30 cm x 30 cm x 120 cm, el refuerzo de acero son de 1/2", basándonos en los cálculos previos y estribos de #8.

Peso unitario del concreto armado = 2400 kg/m³

Determinación de la carga de peso propio de la viga

$$CM = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.30 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} / 1000 = 0.216 \text{ tn/m.}$$

$$Ud = 1.4 \times 0.216 = 0.3024 \text{ tn/m.}$$

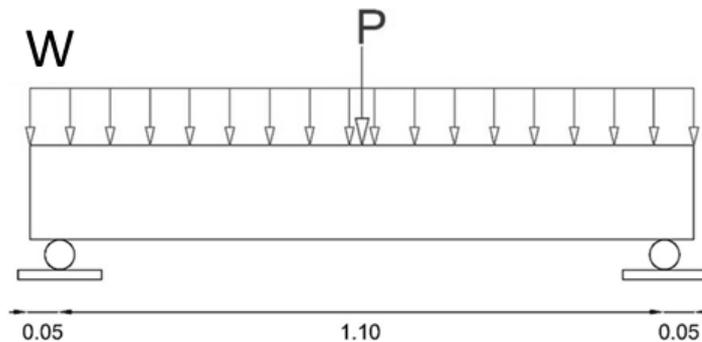


Figura 8: Viga simplemente apoyada

Fuente: Propia

Momento flector:

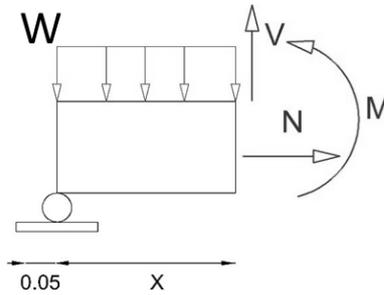


Figura 9: Corte de viga

Fuente: Propia

$$M = \frac{(P + 0.3024)}{2} \cdot 0.55 - 0.6 \cdot 0.3024 \cdot \frac{0.6}{2} \text{ (tn.m)}$$

$$M = \frac{(P + 0.3024)}{2} \cdot 0.55 - 0.054432 \text{ (tn.m)}$$

Ensayo de flexión de la viga de concreto reforzada con acero

Luego de elaborar 3 vigas de concreto reforzadas con acero se guardó las muestras en un ambiente adecuado y fueron curadas adecuadamente, luego de 28 días se trasladó la viga a la prensa para realizar el ensayo a flexión de la viga, la cual se colocó simplemente apoyada en sus extremos los cuales se encuentran a 5 cm en cada lado, a estas vigas se le aplicó una carga puntual en el centro de la luz, Los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 4: Resultados del ensayo de tracción.

VIGA DE CONCRETO REFORZADA CON ACERO	CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLECCIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
VCA 1	4.20	1.18	470.20	256.67
VCA 2	4.25	1.20	504.00	259.72
VCA 3	4.25	1.20	506.20	259.72
Promedio	4.23	1.19	493.47	258.70

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 4 de acuerdo a los resultados del laboratorio se pudo notar que la carga promedio encontrada fue de 4.23 Tn generando un momento flector

promedio de 1.19 Tn.m, alcanzando una deflexión promedio de 4.93 mm y con un módulo de ruptura promedio de 258.7 Tn/m²

Ensayo de flexión de la viga de concreto reforzada con acero y bambú

Luego de elaborar 3 vigas de concreto reforzadas con acero se guardó las muestras en un ambiente adecuado y fueron curadas adecuadamente, luego de 28 días se trasladó la viga a la prensa para realizar el ensayo a flexión de la viga, la cual se colocó simplemente apoyada en sus extremos los cuales se encuentran a 5 cm en cada lado, a estas vigas se le aplicó una carga puntual en el centro de la luz, Los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Resultados del ensayo de tracción.

VIGA DE CONCRETO REFORZADA CON BAMBÚ	CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10-2mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
VCB 1	3.75	1.06	378.00	229.17
VCB 2	3.70	1.05	371.00	226.11
VCB 3	3.70	1.05	368.00	226.11
Promedio	3.72	1.05	372.33	227.13

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 5 de acuerdo a los resultados del laboratorio se pudo notar que la carga promedio encontrada fue de 3.72 Tn generando un momento flector promedio de 1.05 Tn.m, alcanzando una deflexión promedio de 3.72 mm y con un módulo de ruptura promedio de 227.13 Tn/m².

V. Discusión

En relación al objetivo general, que plantea, Evaluar el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021, durante el proceso se encontró que es adecuado el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, esto debido a que las características alcanzadas permiten que la biga tenga un buen comportamiento, lo que hace que se pueda utilizar para estructuras que no sean de gran envergadura pero si para terminaciones de construcción como para sostener losas de últimos niveles, vigas de cercos perimétricos, vigas donde la luz sea menor a 1.4 m donde no se efectúen cargas muy por encima de lo adecuado, esto indica que el bambú puede usarse en edificaciones como para regiones donde no se construya edificaciones de gran envergadura, como normalmente sucede en el centro del país, estos resultados guardan relación con los resultados obtenidos por Abdullah (2020) donde en su artículo tuvo como objetivo aplicar el uso del bambú como refuerzo en el concreto de este modo incluyó pruebas de flexión de vigas reforzadas con bambú y pruebas de extracción de tablillas de bambú, entre sus resultados se presentó un modelo de deflexión que tiene en cuenta el efecto del bajo módulo de elasticidad del refuerzo de bambú y su unión más débil con el concreto en comparación con el acero. Se analiza la figuración del concreto armado con bambú y los resultados se utilizan para validar modelos de figuración establecidos. También comparten relevancia con la investigación de Adom y Afrifa (2016) donde su investigación tuvo como objetivo explorar formas de hacer que el uso de vigas de concreto reforzado con bambú sea simple, eficiente y rentable para la construcción rural con Ghana como estudio de caso, de tal modo probaron dieciséis (16) vigas para fallar bajo pruebas de flexión de cuatro puntos, de este modo entre las conclusiones más importante se puede mencionar que la ductilidad del refuerzo de bambú a tensión es baja y la falla de las vigas se caracteriza por la división del concreto del refuerzo de tensión y la falla por fragilidad.

Basándonos en el primer objetivo específico de determinar la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua. En el transcurso de este estudio se halló que la aplicación de bambú guadua como refuerzo longitudinal de una viga de concreto, tuvo entre sus resultados máximos la deflexión

promedio de 3.72 mm. Estos resultados guardan relación con los resultados encontrados por el investigador Dinesh Bhonde (2019) donde en su investigación tuvo como objetivo analizar experimentalmente los esfuerzos de flexión en vigas de concreto armado con bambú donde tuvo entre sus resultados se evidencia una deflexión promedio de 4.08 mm. Del mismo modo la investigación de Muxing Ding (2015) donde tuvo como objetivo la exploración del uso del concreto de caucho reforzado con bambú (BRRC) como un sistema estándar sostenible, sus resultados de la simulación muestran que el concreto de refuerzo de bambú está destinado a fallar como falla por tensión, ya que el MOE del bambú es más bajo que el concreto normal y alcanza una deflexión promedio de 3.34 mm.

Considerando el segundo objetivo específico determinar el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, en el transcurso de la investigación se evaluaros las vigas reforzadas con bambú, estas generaron un momento flector promedio de 1.05 Tn.m, este promedio salió de la toma de los siguientes momentos flectores 1.06 Tn.m, 1.05 Tn.m y 1.05 Tn.m lo cual corrobora el promedio presento una adecuada desviación estándar. Estos resultados son contradictorios a los alcanzados en la investigación de Dewi y Nuralinah (2017) en la cual tuvo como objetivo reforzamiento de vigas de concreto armado con bambú, donde sus resultados de las pruebas mostraron que la capacidad de la viga de flexión solo el 56% de la capacidad, si el refuerzo de bambú en las vigas alcanzó su máxima resistencia, esta baja capacidad se debe a que el bambú y el concreto no estaban bien adheridos, no obstante menciona que el uso del bambú para materiales de construcción amigables con el medio ambiente, implementado más rápidamente y con valor agregado en términos de costo y sustentabilidad ambiental, es muy interesante de estudiar más a fondo, este resultado alcanzado de su momento flector promedio fue de 0.45 Tn.m. Por otro lado la investigación de Javadian, Smith y Hebel (2020) en el cual su objetivo fue evaluar la viabilidad de utilizar este novedoso sistema de refuerzo compuesto de bambú para vigas de concreto armado estructural, donde los resultados demuestran el potencial del material compuesto de bambú de nuevo desarrollo para su uso como un nuevo tipo de elemento para aplicaciones de elementos de concreto estructural reforzado que no son críticas para la deflexión concluyendo que se demuestra que existe un

potencial significativo para la implementación práctica del refuerzo compuesto de bambú descrito en este documento donde el módulo de su momento flector promedio fue de 1.27 Tn.m.

Finalmente, para el tercer objetivo específico que consistió en determinar la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, la carga aplicada en los ensayos de flexión de la viga reforzada con bambú, mostraron similares valores estos fueron de 3.75 Tn, 3.70 Tn y 3.70 Tn, logrando un promedio de carga alcanzada de 3.72 Tn. Este resultado es similar al módulo de carga encontrado en la investigación de Qingfang y Liu (2019) en su artículo tuvo como objetivo aprovechar al máximo las ventajas del bambú y plástico BFRP para mejorar el comportamiento mecánico de la viga de bambú laminada, entre los resultados la prueba de doble cizallamiento de bambú BFRP muestra que en la etapa de carga inicial no se observaron cambios significativos y se escuchó un ligero ruido cuando la carga era aproximadamente del 70 al 80% de la carga máxima, entre las conclusiones más resaltantes tenemos: que se ha demostrado que el comportamiento de unión entre el BFRP y el bambú laminado está relacionado con la resina de la superficie recubierta, los tipos de materiales de unión y el tratamiento aplicado. La resina de la superficie disminuye el comportamiento de unión debido a la alta compacidad del bambú laminado y el tratamiento aplicado puede mejorar ligeramente el comportamiento de la unión. Por otro lado, la investigación de Echezuría (2018) donde su objetivo principal del proyecto adelantado en la UCAB apunta a viviendas de calidad con materiales y procedimientos poco costosos. La metodología fue cuasi experimental y propone una viga compuesta de plástico-bambú reforzado con fibra de basalto, es obvio que las fibras de bambú en la superficie lateral de las muestras se fracturaron debido a la deformación fuera del plano.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logro evaluar el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, demostrando que si es viable el uso del bambú guadua como refuerzo de vigas en edificaciones de menor envergadura.
2. Se logró determinar la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, donde las deformaciones no se encuentran muy lejanas a las conseguidas con las vigas de concreto reforzado con acero, pero a pesar de ello no es recomendable utilizarlas en estructuras de gran envergadura.
3. Se logró determinar el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, ese esfuerzo máximo en flexión presento un comportamiento dúctil y equilibrado siendo su comportamiento adecuado para estructural de edificaciones de 1 o dos niveles.
4. Se logró determinar la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, esta fuerza representa el 87.94 % de la fuerza que alcanzan las vigas reforzadas con acero, esto indica que las vigas reforzadas con bambú tienen una buena capacidad resistente.

VII. RECOMENDACIONES

Se aconseja ahondar sobre la aplicación de un insumo de adherencia, entre el concreto y el bambú manipulando desconocidos aditivos con la finalidad de lograr un superior empalme entre la mezcla de concreto y los elementos de bambú, con una finalidad funcional de manera contigua a fin de perfeccionar el desempeño del refuerzo.

Instalar una varilla de bambú de parecidas características en la parte de arriba de forma de refuerzo a compresión con el objeto de optimizar la conducta en flexión y conseguir mayor resistencia en los esfuerzos en flexión y tracción.

Se aconseja continuar averiguando sobre este tipo de aplicación de refuerzo y en general poder efectuar ensayos experimentales del bambú como refuerzo de elementos estructurales de edificaciones de baja envergadura, con la finalidad de conseguir información de la conducta del bambú ante esfuerzos en flexión.

REFERENCIAS

Abdullah (2020). "Comportamiento de Juntas de Hormigonado a los esfuerzos compresion y Flexotraccion en hormigones H30, H25, y H20". Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcc352c/doc/bmfcc352c.pdf>

Aliaga, D.A. Design of Concrete Mixtures. Vol. 1, Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, Chicago. 2021.

Adom y Afrifa (2016). "Diseño de estructuras de concreto armado". Obtenido de <https://es.slideshare.net/FREDHYRONALDPABLO/disenodeestructurasdeconcretoharmsen-r>

ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-S14) y Comentario (ACI 318S-14)*. USA: American Concrete Institute, 2015. 587 p. ISBN: 978-0-87031-964-8

Archila (2018). EVALUACIÓN DEL APORTE EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN ELEMENTO DE CONCRETO DE MAYOR F'C A UNO DE ASTM C39. *Standard test method for compressive strength of cylindrical specimens*. USA: American Society of Testing Materials, 2004.

ASTM C143. *Standard test method for slump of hydraulic cement concrete*. USA: American Society of Testing Materials, 2005.

ASTM C231. *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method*. USA: American Society of Testing Materials, 2004.

ASTM C330. *Standard specification for lightweight aggregates for structural*. USA: American Society of Testing Materials 2005.

ASTM C595. *Standard specification for blended hydraulic cements*. USA: American Society of Testing Materials, 2008

Awwad, Elie y Otros. Structural behavior of simply supported beams cast with hemp-reinforced concrete. Proquest. [en línea] 2014. [Citado el: 30 de 03 de 2016.] <Http://ezproxyucdc.ucatolica.edu.co:2053/docview/1628241048/> ISSN: 6254-3453

Carrasco, K. Mechanical Properties of Concrete after Addition of Different Types of bambu Fibres. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management* [en línea]. 6 (6); 67 – 72, julio 2016 [Fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication> ISSN: 2319 - 4847

Echavarría, Jiménez y Ochoa (2016). Diseño de estructuras de concreto armado (3 ed.). Lima. Obtenido de <https://es.slideshare.net/FREDHYRONALDPABLO/disenode-estructuras-de-concretoharmsen-r>

Huamani. Menor fc unidos mediante adhesivo bambú. Tesis. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca. (2017). Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/>

Dewi y Nuralinah (2017). Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto. *Revista ingeniería de construcción*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/>

Dinesh Bhonde (2019). Repositorio Institucional UNPRG Lambayeque. Demostración de la utilización de mortero listo autonivelante y resinas epoxicas como solución para la reparación fisuras en 2 edificios de concreto armado en la ciudad Lima. Lambayeque, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/>

Echezuría (2018). Norma American Society for Testing and Materials C881. Sistemas de unión epoxi-resina de dos componentes para aplicación al concreto de cemento Portland. Obtenido de <http://servicios.uss.edu.pe/> %20%26%20

Javadian, Smith y Hebel (2020). Estudio de la Adherencia en la Unión de Concreto Nuevo con Concreto Viejo en Vigas de Concreto Sometidas a Flexión. 50. Obtenido de <http://www.uajms.edu.bo/revistas/wp-content/uploads/2017/.pdf>

Murni, Narto y Remayanti (2017). Análisis de resistencia a la compresión en unión de concreto antiguo y nuevo, aplicando adhesivos bambús, Lima, 2018. TESIS. UVC, Lima. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31490>

Muxing Ding (2015). Análisis comparativo de la resistencia a compresión y flexión del concreto utilizando adhesivos bambús: Poxbak 1580 y Sikadur 32. Tesis. UCV, Lima. Obtenido de file:///C:/Users/NITRO/Desktop/-Suere_VAB-SD.pdf

Noriko (2020). Influencia del Adhesivo epoxico COLMAFIX 32 como puente de Adherente en vigas de concreto armado sujetas a flexion para la recuperacion de

su monolitismo. Obtenido de Tesis para optar el título de Ingeniero Civil: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1984/1/RE_ING.CIVIL_CINTHIA.PAREDES_CARLOS.REYES_INFLUENCIA.ADHESIVO.EPOXICO.MONOLITISMO_DATOS_T046_46809773T.pdf.pdf

López y Fachelli. Optimal Polypropylene Fiber Content for Improved Compressive and Flexural Strength of Concrete. *Journal of Mechanical and Civil Engineering* [en línea]. 11 (03); 129-135, mayo junio 2016 [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/79124447.pdf> ISSN: 2278-1684

NTE-070. 2006. Norma Técnica de Edificaciones E-070. Albañilería. Lima: s.n., 2006. Disponible en <https://www.gob.pe/ntp>

NTE-A 020. 2006. Norma Técnica de Edificaciones. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006. Disponible en <https://www.gob.pe/ntp>

NTP-060. 2009. Norma Técnica de Edificaciones E-060. Concreto Armado. Lima: s.n., 2009.

NTP 339.034 y ASTM C-39. 2008(2013). Ensayo de compresión de probetas cilíndricas de concreto. Lima.: Norma técnica Peruana., 2008(2013).

NTP 339.078, ASTM C-78 y ASTM C-293. 2012. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión. Lima: Norma técnica Peruana, 2012.

NTP 339.084 y ASTM C-496. 2012. Método de ensayo normalizado de tracción simple por compresión diametral. Lima: Norma Técnica Peruana, 2012.

Pacheco Muranal. Resistencia a Compresión Axial del concreto $f'_c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de cerámico reciclado, UPN - 2016 [online]. 6 (3): September - November 2016, pp. 8-18. [Date of consultation: 21 de October 2019].

Pajares, E. Análisis del incremento de la resistencia mecánica del concreto con la adición de fibra vegetal. Tesis (Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2015. 214 pp.

Qingfang y Liu (2019). Evaluación de la adherencia en juntas de Construcción en losas de concreto simple debido a interrupción de vaciado en tiempos de 3, 6 y 24 horas. Arequipa. Obtenido de file:///C:/Users/NITRO/Desktop/ICajdeea.pdf

Siswanto, Nicolás. Estudio de las diferentes dosificaciones del concreto en los ensayos de laboratorio, Lima 2015. Tesis (Magister en Ingeniería). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. 2019. 308 pp.

Rojas, Artur. Resistencia de adherencia entre concreto armado y entre hormigones de diferentes edades en rehabilitación estructural. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. (2014). Obtenido de <https://www.scielo.br/scielo.php? 1983-41952015000500004&lng=en&tlng=en>

Tacillo, Manuel. “Metodología de la Investigación Científica para ingenieros” Chiclayo, Perú, 2016, p. 11. Disponible en file:///D:/D/Principal/Kelia%20Cabia/Doeros.pdf

Tong Gebelí, Arnau. 2019. Análisis estructural de forjados de hormigón reforzados con fibras. España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2011. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21616/>

Tsutsumoto (2019). Uso de bambú, mortero y sellador para reparar una. Tesis. Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/>

Yang y Kunpengy (2020). EVALUACIÓN SOBRE ADHERENCIA ENTRE CONCRETO. Tesis. Universidad de San Carlos, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2751_C.pdf

Zeña S., J. (2018). Resistencia a la Compresión de Concretos con Bambús Adherentes. Tesis. UNPRG, Lambayeque. Obtenido de Morales Morales, Roberto, “Diseño en Concreto Armado”, 4 edición Reglamento Nacional de Edificaciones Norma ASTM - American Society for Testing Materials; C-78 y C-39.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima

2021 Autor: Richard Anthony Sanchez Ponte

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente (X): Bambú guadua	Dimensiones del bambú	Ancho (cm)	Pie de rey digital
¿Cuál es el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021?	Evaluar el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021	Es adecuado el comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021			Espesor (cm)	
				Elasticidad del bambú	Módulo de Young (N/cm ²)	Norma E.100
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:	Variable Dependiente (Y): Comportamiento a flexión de una viga de concreto	Deformación máxima en flexión	Flecha máxima (mm)	Ensayo de flexión NTP 339 078
¿Cuál es la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021?	Determinar la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021	Se determinó la deformación máxima a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021				
¿Cuál es el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021?	Determinar el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021	Se determinó el esfuerzo máximo en flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021		Esfuerzo máximo en flexión	Flecha máxima (mm)	
¿Cuál es la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021?	Determinar la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021	Se determinó la fuerza máxima aplicada a una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021		Fuerza máxima aplicada	Carga de rotura (N)	

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X) Bambú guadua	Según Huamani (2017) El bambú son de plantas de sus cuyos diámetros varían de 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%, Por funcionalidad, geometría y dosificación. Las propiedades mecánicas a la tensión son las más importantes en el bambú, dado que son típicamente usadas en tensión o esfuerzos complejos que incluyen tensión. (p. 53)	A través de la aplicación de bambú se busca mejorar la capacidad de resistencia del concreto a la flexión, el bambú será medido por sus dimensiones y propiedad de elasticidad.	Dimensiones del bambú	Ancho (cm)	Razón
				Espesor (cm)	
			Elasticidad del bambú	Módulo de Young (N/cm ²)	Razón
Variable Dependiente (Y) Comportamiento a flexión de una viga de concreto	Jordano y Martins (2018) El concreto no tiene una buena capacidad para resistir la flexión por sí solo, por lo cual siempre tiene que llevar refuerzo para poder soportar este tipo de resistencia, normalmente se le coloca acero como refuerzo para el concreto armado. (p. 36)	El comportamiento a flexión de una viga de concreto serán medidas a través de los ensayos que plantea las normas técnicas peruanas y se realizarán en un laboratorio certificado, en los cuales se medirán la deformación máxima en flexión y esfuerzo máximo en flexión.	Deformación máxima en flexión	Flecha máxima (mm)	Razón
			Resistencia a flexión	Momento flector (Tn.m)	Razón
			Esfuerzo máximo en flexión	Módulo de rotura (Mpa)	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ensayos



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAxIAL 01 EMPLEANDO PREENSA HEADQUARTERS (ISO 22157-2)

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Bambú 1	8.45	20.2	170.7	3180	18.6303



MATERIALES:
 - Bambú (Preser Bambu SAC) : 5.49 m
 - Equipo HEADQUARTERS 24TH JBO

OBSERVACIONES:
 - La información referente a la calidad y procedencia, fecha de obtención e identificación has sido proporcionadas por la empresa Preser Bambu SAC.

REFERENCIA:
 ISO 22157-2 Bamboo-Determination of physical and mechanical properties.
 NTE E.100 Diseño y construcción con bambú
 ISO 22156:2004 Bamboo - Structural Design.



Tec.: E.R.A.
 Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Abril del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Marcó Antonio Moreno Flores
MARCÓ ANTONIO MORENO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 176318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473/683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

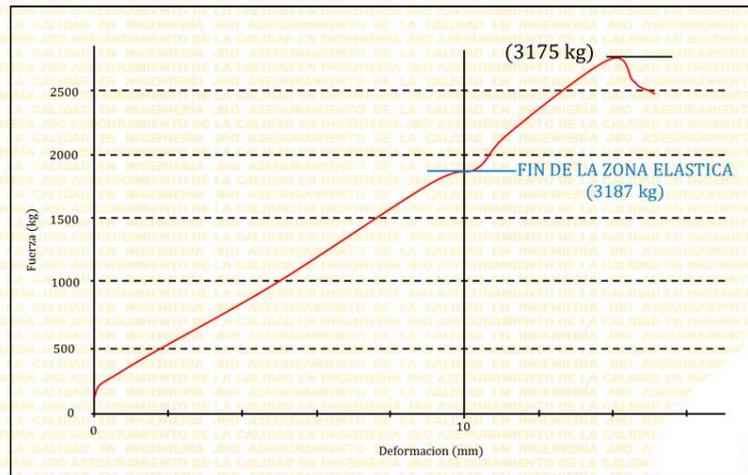
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAxIAL 02 EMPLEANDO PRESNA HEADQUARTERS (ISO 22157-2)

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Bambú 2	8.45	20.2	170.7	3175	18.601



MATERIALES:

- Bambú (Preser Bambu SAC) : 5.49 m
- Equipo HEADQUARTERS 24TH JBO

OBSERVACIONES:

- La información referente a la calidad y procedencia, fecha de obtención e identificación has sido proporcionadas por la empresa Preser Bambu SAC.

REFERENCIA:

- ISO 22157-2 Bamboo-Determination of physical and mechanical properties.
- NTE E.100 Diseño y construcción con bambú
- ISO 22156:2004 Bamboo - Structural Design.

Tec.: E.C.A

Rev.: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Abril del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473/683-0476
E-mail: inform@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

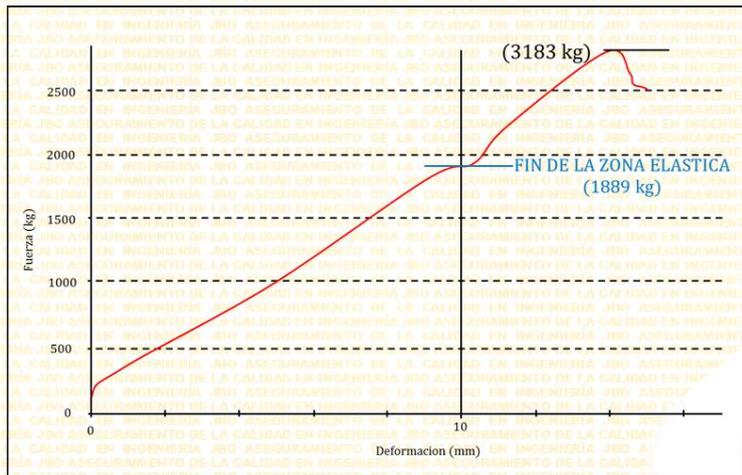
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAxIAL 03 EMPLEANDO PREENSA HEADQUARTERS (ISO 22157-2)

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Bambú 3	8.45	20.2	170.7	3183	18.648



MATERIALES:

- Bambú (Preser Bambu SAC) : 5.49 m
- Equipo HEADQUARTERS 24TH JBO

OBSERVACIONES:

- La información referente a la calidad y procedencia, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por la empresa Preser Bambu SAC.

REFERENCIA:

- ISO 22157-2 Bamboo-Determination of physical and mechanical properties.
- NTE E.100 Diseño y construcción con bambú
- ISO 156:2004 Bamboo - Structural Design.

Tec.: E.A.

Rev.: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 18 de Abril del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. - CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473/683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

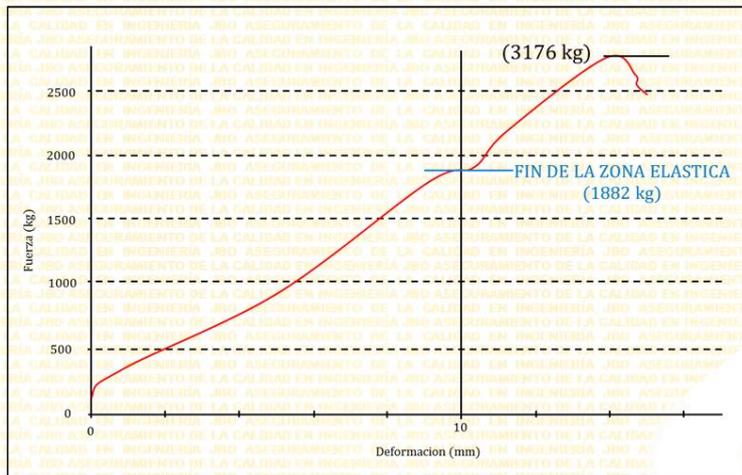
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAxIAL 04 EMPLEANDO PRESNA HEADQUARTERS (ISO 22157-2)

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Bambú 4	8.45	20.2	170.7	3176	18.607



MATERIALES:

- Bambú (Preser Bambu SAC) : 5.49 m
- Equipo HEADQUARTERS 24TH JBO

OBSERVACIONES:

- La información referente a la calidad y procedencia, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por la empresa Preser Bambu SAC.

REFERENCIA:

- ISO 22157-2 Bamboo-Determination of physical and mechanical properties.
- NTE E.100 Diseño y construcción con bambú
- ISO 22156:2004 Bamboo - Structural Design.

Tec: E.C.A

Rev: MMF

Fecha de emisión : Lima, 18 de Abril del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 178318



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Peru
Telefono: 01-683-0473/683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

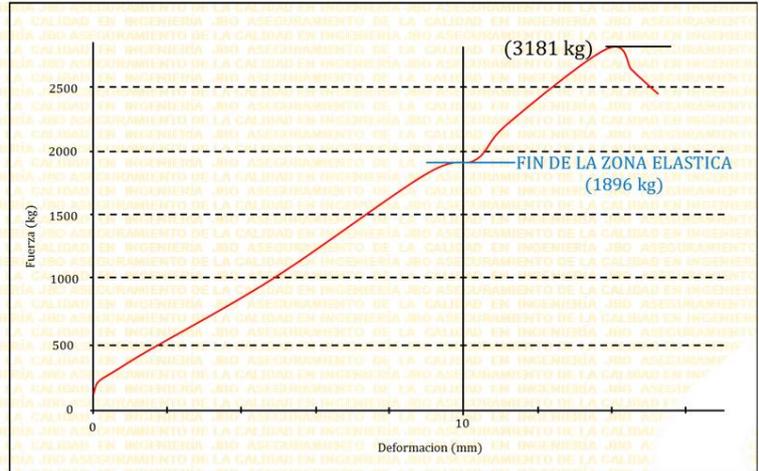
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAxIAL 05 EMPLEANDO PREENSA HEADQUARTERS (ISO 22157-2)

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Bambú 5	8.45	20.2	170.7	3181	18.636



MATERIALES:
- Bambú (Preser Bambu SAC) : 5.49 m
- Equipo HEADQUARTERS 24TH JBO

OBSERVACIONES:
- La información referente a la calidad y procedencia, fecha de obtención e identificación ha sido proporcionadas por la empresa Preser Bambu SAC.

REFERENCIA:
ISO 22157-2 Bamboo-Determination of physical and mechanical properties.
NTE E.100 Diseño y construcción con bambú
ISO 22156:2004 Bamboo - Structural Design.

Tec.: E.A.
Rev.: MMF. Fecha de emisión : Lima, 18 de Abril del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

MARCO ANTONIO MORENO FLORES
INGENIERO CIVIL
Reg. - CIP N° 178318

Anexo 4: Ensayos de flexión



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@boingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

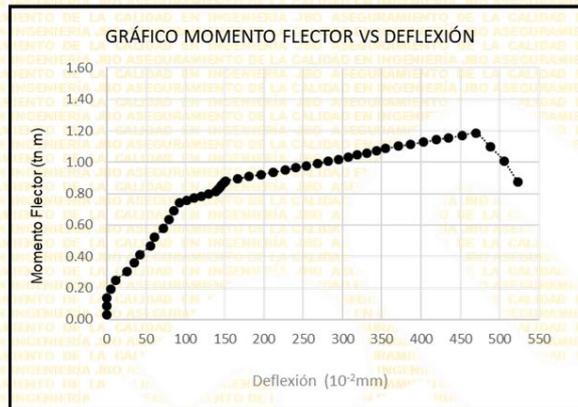
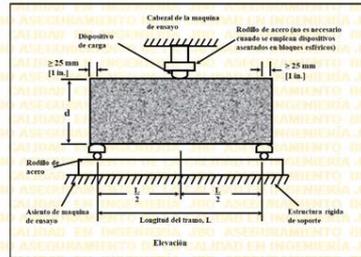
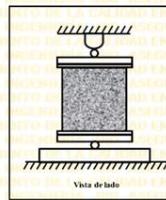
DIRECCIÓN : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 15 de Abril del 2022

FECHA DE INICIO : Lima, 16 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE ACERO RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO (NTP 339.079-2012)

VIGA – VCA 1			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	0.00	12.22
0.40	0.14	0.00	24.44
0.60	0.19	5.00	36.67
0.80	0.25	11.00	48.89
1.00	0.30	26.00	61.11
1.20	0.36	35.00	73.33
1.40	0.41	42.00	85.56
1.60	0.47	56.00	97.78
1.80	0.52	61.00	110.00
2.00	0.58	72.00	122.22
2.20	0.63	79.00	134.44
2.40	0.69	85.00	146.67
2.60	0.74	93.00	158.89
2.65	0.76	102.20	161.94
2.70	0.77	111.40	165.00
2.75	0.78	120.60	168.06
2.80	0.80	129.80	171.11
2.85	0.81	139.00	174.17
2.90	0.83	141.40	177.22
2.95	0.84	143.80	180.28
3.00	0.85	146.20	183.33
3.05	0.87	148.60	186.39
3.10	0.88	151.00	189.44
3.15	0.89	166.20	192.50
3.20	0.91	181.40	195.56
3.25	0.92	196.60	198.61
3.30	0.94	211.80	201.67
3.35	0.95	227.00	204.72
3.40	0.96	240.60	207.78
3.45	0.98	254.20	210.83
3.50	0.99	267.80	213.89
3.55	1.00	281.40	216.94
3.60	1.02	295.00	220.00
3.65	1.03	307.00	223.06
3.70	1.05	319.00	226.11
3.75	1.06	331.00	229.17
3.80	1.07	343.00	232.22
3.85	1.09	355.00	235.28
3.90	1.10	371.00	238.33
3.95	1.11	387.00	241.39
4.00	1.13	403.00	244.44
4.05	1.14	419.00	247.50
4.10	1.16	435.00	250.56
4.15	1.17	452.00	253.61
4.20	1.18	470.20	256.67
3.89	1.10	487.80	237.72
3.56	1.01	505.40	217.56
3.07	0.87	523.00	187.61



OBSERVACIONES:

- La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 4.2 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
NTP 339-079-2012
 Tec: E.E.A.
 Rev.: M.M.F.

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

Fecha de emisión : Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

(Firma)
RICARDO ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 118118



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

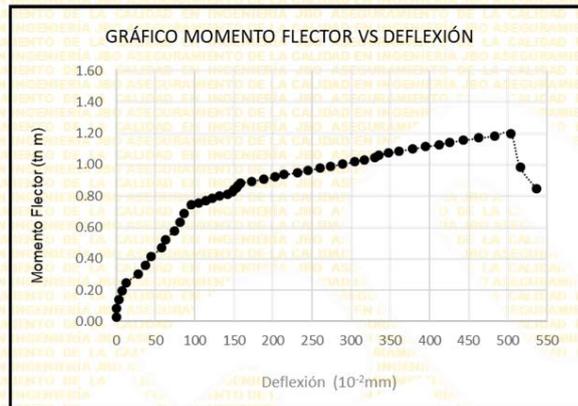
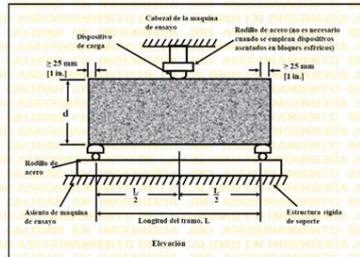
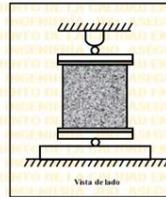
DIRECCIÓN : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **FECHA DE INICIO** : Lima, 16 de Abril del 2022

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE ACERO
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO
 (NTP 339.079-2012)

VIGA - VCA 2			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	0.00	12.22
0.40	0.14	3.00	24.44
0.60	0.19	7.00	36.67
0.80	0.25	13.00	48.89
1.00	0.30	28.00	61.11
1.20	0.36	37.00	73.33
1.40	0.41	44.00	85.56
1.60	0.47	58.00	97.78
1.80	0.52	63.00	110.00
2.00	0.58	74.00	122.22
2.20	0.63	81.00	134.44
2.40	0.69	87.00	146.67
2.60	0.74	96.00	158.89
2.65	0.76	105.00	161.94
2.70	0.77	114.00	165.00
2.75	0.78	123.00	168.06
2.80	0.80	132.00	171.11
2.85	0.81	142.00	174.17
2.90	0.83	148.00	177.22
2.95	0.84	150.00	180.28
3.00	0.85	153.00	183.33
3.05	0.87	155.00	186.39
3.10	0.88	158.00	189.44
3.15	0.89	173.00	192.50
3.20	0.91	188.00	195.56
3.25	0.92	203.00	198.61
3.30	0.94	214.00	201.67
3.35	0.95	231.00	204.72
3.40	0.96	245.00	207.78
3.45	0.98	260.00	210.83
3.50	0.99	274.00	213.89
3.55	1.00	289.00	216.94
3.60	1.02	304.00	220.00
3.65	1.03	317.00	223.06
3.70	1.05	330.00	226.11
3.75	1.06	335.00	229.17
3.80	1.07	348.00	232.22
3.85	1.09	361.00	235.28
3.90	1.10	378.00	238.33
3.95	1.11	395.00	241.39
4.00	1.13	412.00	244.44
4.05	1.14	426.00	247.50
4.10	1.16	443.00	250.56
4.15	1.17	463.00	253.61
4.20	1.18	483.00	256.67
4.25	1.20	504.00	259.72
3.48	0.99	516.00	212.67
2.98	0.85	537.00	182.11



OBSERVACIONES:

- La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 4.25 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
 NTP 339-079-2012

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

Tec.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

(Firma)
MARCO ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 109318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

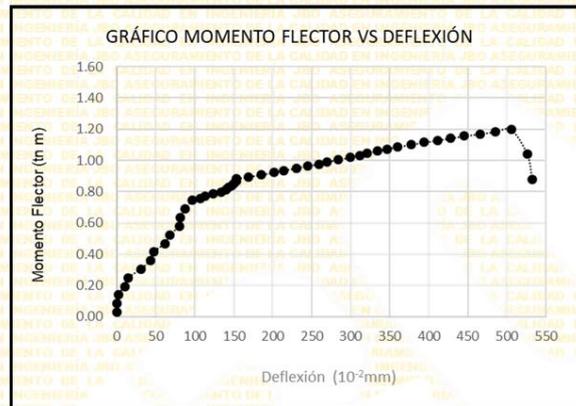
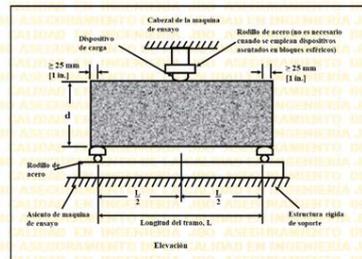
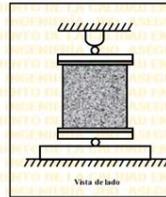
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 16 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE ACERO
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO
 (NTP 339.079-2012)

VIGA - VCA 3			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLECCIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	0.00	12.22
0.40	0.14	2.00	24.44
0.60	0.19	10.00	36.67
0.80	0.25	15.00	48.89
1.00	0.30	31.00	61.11
1.20	0.36	43.00	73.33
1.40	0.41	47.00	85.56
1.60	0.47	62.00	97.78
1.80	0.52	68.00	110.00
2.00	0.58	80.00	122.22
2.20	0.63	81.00	134.44
2.40	0.69	88.00	146.67
2.60	0.74	97.00	158.89
2.65	0.76	107.20	161.94
2.70	0.77	113.40	165.00
2.75	0.78	123.60	168.06
2.80	0.80	133.80	171.11
2.85	0.81	140.00	174.17
2.90	0.83	143.40	177.22
2.95	0.84	146.80	180.28
3.00	0.85	150.20	183.33
3.05	0.87	153.60	186.39
3.10	0.88	153.00	189.44
3.15	0.89	169.20	192.50
3.20	0.91	185.40	195.56
3.25	0.92	201.60	198.61
3.30	0.94	213.80	201.67
3.35	0.95	230.00	204.72
3.40	0.96	244.60	207.78
3.45	0.98	259.20	210.83
3.50	0.99	269.80	213.89
3.55	1.00	284.40	216.94
3.60	1.02	299.00	220.00
3.65	1.03	312.00	223.06
3.70	1.05	321.00	226.11
3.75	1.06	334.00	229.17
3.80	1.07	347.00	232.22
3.85	1.09	360.00	235.28
3.90	1.10	377.00	238.33
3.95	1.11	394.00	241.39
4.00	1.13	411.00	244.44
4.05	1.14	428.00	247.50
4.10	1.16	445.00	250.56
4.15	1.17	465.40	253.61
4.20	1.18	485.80	256.67
4.25	1.20	506.20	259.72
3.68	1.04	526.60	224.89
3.09	0.88	533.00	188.83



OBSERVACIONES:

- La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 4.25 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
 NTP 339-079-2012

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

Tec.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Richard Antonio Flores
RICHARD ANTONIO FLORES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 10000318



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

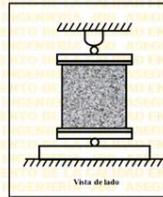
SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

DIRECCIÓN : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Lima

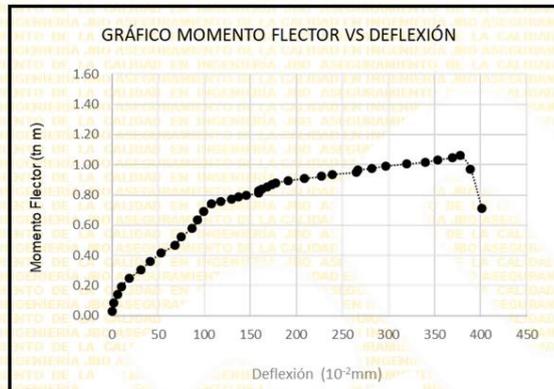
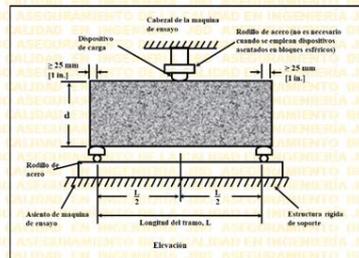
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 15 de Abril del 2022

FECHA DE INICIO : Lima, 16 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE BAMBÚ
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO
 (NTP 339.079-2012)



VIGA - VCB 1			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10-2mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	2.00	12.22
0.40	0.14	6.00	24.44
0.60	0.19	10.00	36.67
0.80	0.25	19.00	48.89
1.00	0.30	31.00	61.11
1.20	0.36	41.00	73.33
1.40	0.41	53.00	85.56
1.60	0.47	68.00	97.78
1.80	0.52	75.00	110.00
2.00	0.58	87.00	122.22
2.20	0.63	93.00	134.44
2.40	0.69	99.00	146.67
2.60	0.74	108.00	158.89
2.65	0.76	118.20	161.94
2.70	0.77	129.40	165.00
2.75	0.78	137.60	168.06
2.80	0.80	145.80	171.11
2.85	0.81	159.00	174.17
2.90	0.83	159.40	177.22
2.95	0.84	162.80	180.28
3.00	0.85	168.20	183.33
3.05	0.87	173.60	186.39
3.10	0.88	178.00	189.44
3.15	0.89	191.20	192.50
3.20	0.91	208.40	195.56
3.25	0.92	227.60	198.61
3.30	0.94	238.80	201.67
3.35	0.95	265.00	204.72
3.40	0.96	267.00	207.78
3.45	0.98	282.20	210.83
3.50	0.99	296.80	213.89
3.55	1.00	319.40	216.94
3.60	1.02	340.00	220.00
3.65	1.03	353.00	223.06
3.70	1.05	369.00	226.11
3.75	1.06	378.00	229.17
3.42	0.97	389.00	209.00
2.48	0.71	401.00	151.56



OBSERVACIONES:
 - La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 3.75 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
V99 B71-339-079-2012
 Tec.: E.E.F.
 Rev.: M.M.F.

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

Fecha de emisión: Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

[Firma]
INGENIERO EN GEOMETRIA Y TOPOGRAFIA
MOISÉS FERRERES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 1783



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

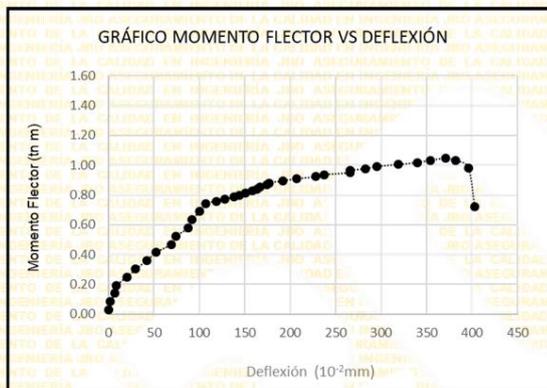
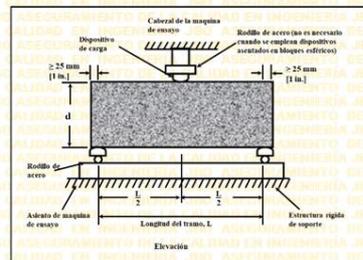
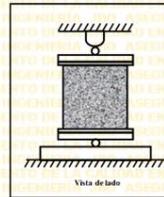
DIRECCIÓN : Ate, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **UBICACIÓN** : Lima

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 15 de Abril del 2022 **FECHA DE INICIO** : Lima, 16 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE BAMBÚ
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO
 (NTP 339.079-2012)

VIGA – VCB 2			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	2.00	12.22
0.40	0.14	7.00	24.44
0.60	0.19	9.00	36.67
0.80	0.25	20.00	48.89
1.00	0.30	30.00	61.11
1.20	0.36	42.00	73.33
1.40	0.41	52.00	85.56
1.60	0.47	69.00	97.78
1.80	0.52	74.00	110.00
2.00	0.58	88.00	122.22
2.20	0.63	92.00	134.44
2.40	0.69	100.00	146.67
2.60	0.74	107.00	158.89
2.65	0.76	119.00	161.94
2.70	0.77	128.00	165.00
2.75	0.78	138.00	168.06
2.80	0.80	144.00	171.11
2.85	0.81	151.00	174.17
2.90	0.83	158.00	177.22
2.95	0.84	163.00	180.28
3.00	0.85	167.00	183.33
3.05	0.87	174.00	186.39
3.10	0.88	177.00	189.44
3.15	0.89	192.00	192.50
3.20	0.91	207.00	195.56
3.25	0.92	228.00	198.61
3.30	0.94	237.00	201.67
3.35	0.95	266.00	204.72
3.40	0.96	266.00	207.78
3.45	0.98	283.00	210.83
3.50	0.99	295.00	213.89
3.55	1.00	319.00	216.94
3.60	1.02	340.00	220.00
3.65	1.03	354.00	223.06
3.70	1.05	371.00	226.11
3.64	1.03	382.00	222.44
3.47	0.98	396.00	212.06
2.51	0.72	403.00	153.39



OBSERVACIONES:

- La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 3.7 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
NTP 339-079-2012

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

Tec.: E.E.

Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

(Firma)
INGENIERO EN GEOMETRÍA Y TOPOGRAFÍA
INGENIERO EN MECÁNICA
 Reg. CIP N° 1763



Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Peru
 Telefono: 01-683-0473 / 683-0476
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 00134-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

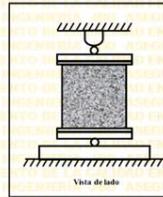
SOLICITANTE : Sanchez Ponte, Richard Anthony **PROYECTO** : "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"

DIRECCIÓN : Ate, Lima **UBICACIÓN** : Lima

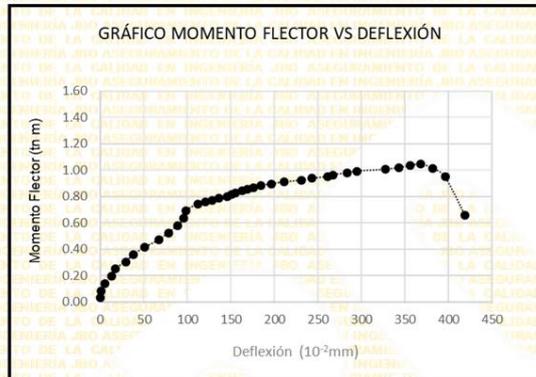
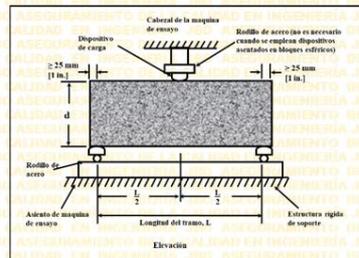
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 00134-2022-JBO **FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 15 de Abril del 2022

FECHA DE INICIO : Lima, 16 de Abril del 2022

ENSAYO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON REFUERZO DE BAMBÚ
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO
(NTP 339.079-2012)



VIGA - VCB 3			
CARGA (Tn)	MOMENTO FLECTOR (Tn.m)	DEFLEXIÓN (10 ⁻² mm)	MODULO DE ROTURA (Tn/m ²)
0.00	0.03	0.00	0
0.20	0.08	1.00	12.22
0.40	0.14	5.00	24.44
0.60	0.19	13.00	36.67
0.80	0.25	17.00	48.89
1.00	0.30	29.00	61.11
1.20	0.36	38.00	73.33
1.40	0.41	51.00	85.56
1.60	0.47	67.00	97.78
1.80	0.52	78.00	110.00
2.00	0.58	89.00	122.22
2.20	0.63	96.00	134.44
2.40	0.69	98.00	146.67
2.60	0.74	112.00	158.89
2.65	0.76	121.00	161.94
2.70	0.77	128.00	165.00
2.75	0.78	136.00	168.06
2.80	0.80	146.00	171.11
2.85	0.81	151.00	174.17
2.90	0.83	155.00	177.22
2.95	0.84	163.00	180.28
3.00	0.85	169.00	183.33
3.05	0.87	176.00	186.39
3.10	0.88	184.00	189.44
3.15	0.89	196.00	192.50
3.20	0.91	211.00	195.56
3.25	0.92	231.00	198.61
3.30	0.94	243.00	201.67
3.35	0.95	261.00	204.72
3.40	0.96	267.00	207.78
3.45	0.98	283.00	210.83
3.50	0.99	295.00	213.89
3.55	1.00	327.00	216.94
3.60	1.02	343.00	220.00
3.65	1.03	356.00	223.06
3.70	1.05	368.00	226.11
3.75	1.01	382.00	218.17
3.34	0.95	396.00	204.11
2.28	0.66	419.00	139.33



OBSERVACIONES:
 - La máxima resistencia de ruptura se produjo con una carga de 3.7 Tn

REFERENCIA: **ASTM C78 / C78M - 18**
V979-339-079-2012
 Tec.: E.E.
 Rev.: M.M.F.

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)
Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

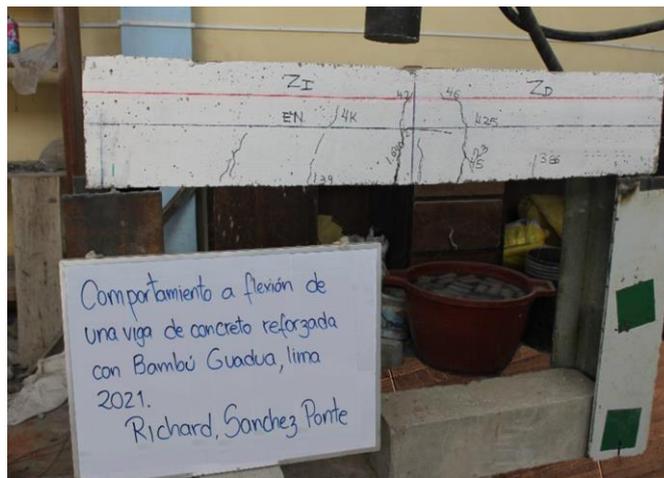
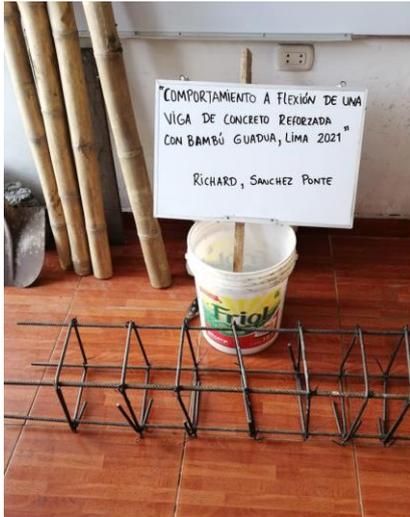
Fecha de emisión: Lima, 15 de mayo del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

INGENIERO ANTONIO
MONTAÑA FERRERES
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 1783

Anexo 5: Panel fotográfico





Anexo 5: Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

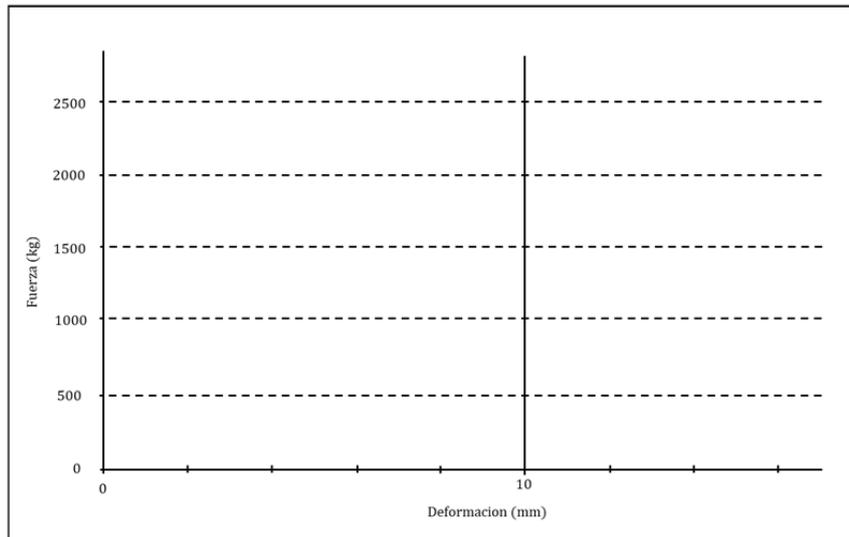
Instrumento de recolección de datos

Ficha 01

Apellidos y nombres	: Sanchez Ponte, Richard Anthony		
Título	: "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"		
UBICACIÓN	: Lima		
ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAXIAL (ISO 22157-2)			

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Muestra 01					
Muestra 02					
Muestra 03					

Diagrama Fuerza Deformación





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

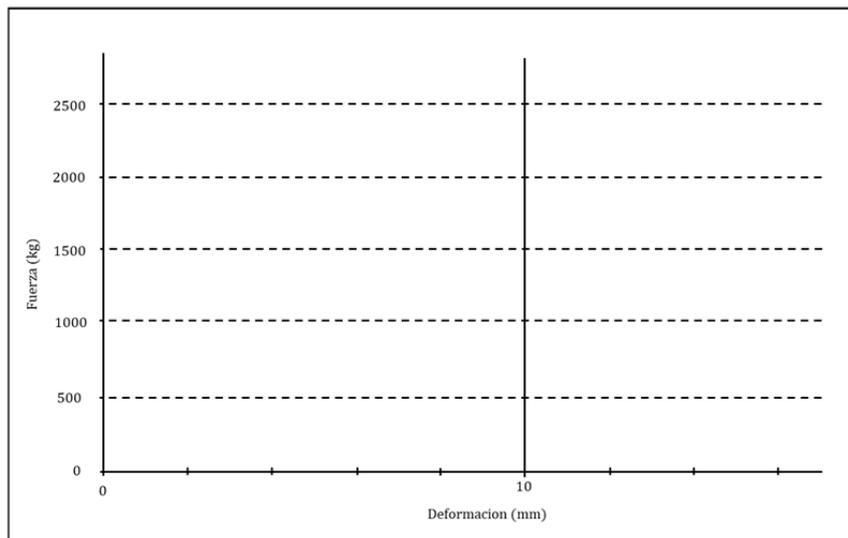
Instrumento de recolección de datos

Ficha 01

Apellidos y nombres	: Sanchez Ponte, Richard Anthony		
Título	: "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021"		
UBICACIÓN	: Lima		
ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAXIAL (ISO 22157-2)			

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Muestra 01					
Muestra 02					
Muestra 03					

Diagrama Fuerza Deformación





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Instrumento de recolección de datos

Ficha 01

Apellidos y nombres	: Sanchez Ponte, Richard Anthony		
Título	: "Comportamiento a flexión de una viga de concreto reforzada con bambú guadua, Lima 2021		
UBICACIÓN	: Lima		
ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAXIAL (ISO 22157-2)			

Identificación de muestras	Dimensiones (mm)		Área (mm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
	Espesor	Ancho			
Muestra 01					
Muestra 02					
Muestra 03					

Diagrama Fuerza Deformación

